

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

EMANUELLE CRISTINA DE OLIVEIRA BATISTA

**A PROMOÇÃO DE OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO POR
MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA CENTRADA EM QUESTÃO
SOCIOCIENTÍFICA**

Ouro Preto

2024

EMANUELLE CRISTINA DE OLIVEIRA BATISTA

**A PROMOÇÃO DE OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO POR
MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA CENTRADA EM QUESTÃO
SOCIOCIENTÍFICA**

Monografia apresentada ao Curso de Química
Licenciatura da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito
parcial para obtenção do título de Licenciada em
Química.

Orientadora: Profa. Dra. Nilmara Braga Mozzer

Coorientadora: Theresa C. Prímola Cezário Santos

Ouro Preto

2024



FOLHA DE APROVAÇÃO

Emanuelle Cristina de Oliveira Batista

**A promoção de objetivos de aprendizagem no ensino por meio de uma sequência didática centrada em
Questão Sociocientífica**

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química

Aprovada em 31 de janeiro de 2024

Membros da banca

Profa. Doutora Nilmara Braga Mozzer - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Theresa Prímola - Coorientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Doutor Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia
Profa. Doutora Clarissa Rodrigues - Universidade Federal de Ouro Preto

Nilmara Braga Mozzer, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/02/2024



Documento assinado eletronicamente por **Clarissa Rodrigues, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 29/08/2024, às 22:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0769465** e o código CRC **FD48947C**.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo, por ter me dado a vida, pela oportunidade e a capacidade de chegar até aqui. Também agradeço pelas coisas que eu ainda não entendo e mesmo as que eu não vou entender. Agradeço por ter me abençoado e ajudado a não desistir, por ter sido minha força especialmente quando eu não sentia nenhuma força vinda de mim.

Agradeço à Nossa Senhora, mãe de Deus, por ser minha mãezinha querida, por cuidar de mim e sempre me lembrar que eu não estou sozinha.

À minha mãe Cristina, por ter sido minha melhor amiga, principalmente nos momentos mais difíceis. Por ser a pessoa que mais me faz sentir priorizada e importante. Agradeço ao meu pai Alessandro, por todo apoio e aprendizado. Aos dois agradeço por todo amor, suporte, educação, amizade e carinho.

Agradeço grandemente à Profa. Dra Nilmara Mozzer, por ser uma orientadora tão incrível e uma professora magnífica, por ter me ensinado tanto e feito tudo com tanto carinho. Agradeço por ser fonte de inspiração pela sua inteligência, pela sabedoria e pela pessoa que é. Sou imensamente grata por ter sido guiada por alguém tão excepcional, que tanto contribuiu para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

À minha coorientadora Theresa Prímola, por sua contribuição vital para o sucesso deste trabalho, pela leitura cuidadosa e paciência para me auxiliar nas minhas dificuldades. Agradeço também pelo carinho e conselhos.

À minha avó Nina e a minha tia Sônia (Shõnhy) por todo amor e cuidado de sempre.

À minha irmã Yasmin por ter parte na pessoa que eu sou hoje. Agradeço também ao meu irmão Edmundo. Obrigada por toda irmandade, amizade e amor.

Aos meus amigos de Lagoa Santa, em especial: Julia, Mariana, Goiabal e Carlos, agradeço por serem fonte de felicidade, por se fazerem sempre presentes em minha vida, mesmo na vida adulta, sempre contando as mesmas histórias e jogando os mesmos jogos.

Aos meus amigos Marcos e Roti por serem especiais e nunca desistirem da nossa amizade.

À minha amiga e colega de turma Carolina, por compartilhar vários momentos ao longo da graduação, pela ajuda e por ser uma ótima amiga. Agradeço por ter sido tantas vezes minha dupla na faculdade, o que inclui a produção da nossa própria Sequência Didática para ensinar com QSC.

À República Avalon por ser meu lar por tantos anos, por me proporcionar muitos momentos felizes e de aprendizado.

À FazDireito por ter sido a minha melhor e mais frequente companhia ao longo da produção deste trabalho (no quarto de estudos) e principalmente, pela dica de checklist com tarefas mínimas essenciais.

À Minnie (Tyntcha) pelos desabafos e desaforos e por, mesmo assim, me fazer sentir amada. Agradeço também por essa aura incrível que tanto me animou ao longo desse processo.

Agradeço à minha psicóloga Aline Magna, por me mostrar que eu posso acreditar em mim mesma, me ajudando a sobreviver às fases difíceis.

À professora da disciplina de TCC II, Profa. Dra. Clarissa Rodrigues, por contribuir com meu aprendizado e para que, esse trabalho pudesse ser desenvolvido com ainda mais qualidade. E também por ser uma das professoras mais importantes e queridas ao longo da minha graduação.

Agradeço ao Prof. Dr. Gregory Dionor por ter aceitado participar da banca avaliadora e contribuir com seus conhecimentos para minha pesquisa.

Às professoras e às pesquisadoras do curso de formação continuada, por terem compartilhado seus conhecimentos e auxiliado nas minhas necessidades.

Finalmente, agradeço a todos professores que eu tive ao longo da minha vida, especialmente àqueles que me inspiraram e criaram em mim esse sentimento de admiração por essa profissão tão essencial. Agradeço também por me inspirarem a almejar essa carreira e contribuir para a construção de um mundo melhor.

RESUMO

No ensino de Ciências, as Questões Sociocientíficas (QSC) - problemas socioambientais enfrentados pela sociedade - têm sido exploradas em estratégias didáticas que possibilitam abordar noções científicas, em diálogo com outros aspectos (sociais, econômicos, ambientais e éticos). Em uma perspectiva que busca a formação de cidadãos responsáveis e críticos, as QSC podem ser abordadas, de modo a promover objetivos educacionais nas dimensões Conceitual, Procedimental e Atitudinal (CPA). As QSC têm sido muitas vezes subutilizadas com pretexto de contextualização dos conteúdos científicos, deixando de lado a exploração do desenvolvimento de habilidades interpessoais e a consideração de valores morais, o que corresponde a negligência da dimensão atitudinal. Além disso, os professores têm encontrado obstáculos para a utilização dessa abordagem, como, por exemplo: insegurança de abordar as temáticas; deficiência na formação, entre outros. Isso nos motivou a investigar como uma professora de Ciências, participante de um curso de formação continuada, planejou em grupo e desenvolveu em sua sala de aula, uma Sequência Didática (SD) centrada em uma QSC sobre o rompimento da Barragem do Fundão em Mariana, MG. Neste trabalho, buscamos alcançar os seguintes objetivos específicos: (i) identificar os objetivos de aprendizagem planejados que foram promovidos em sala de aula pela professora de Ciências e os recursos utilizados para sua promoção; (ii) identificar possíveis objetivos de aprendizagem promovidos e não planejados na SD e os recursos utilizados para sua promoção; e, (iii) discutir, a partir de um episódio de ensino, a promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal. Os dados, foram obtidos a partir da leitura da SD, gravações das aulas e dos materiais produzidos pelos estudantes no desenvolvimento da SD. A análise nos forneceu evidências de que, dos 26 objetivos planejados, 23 foram promovidos de forma equilibrada entre as dimensões CPA. Além disso, identificamos a promoção de um objetivo atitudinal que não estava no planejamento, o que sinalizou a importância de que SD centradas em QSC sejam adequadas às necessidades do contexto de ensino. A análise de um dos objetivos atitudinais revelou a influência positiva das atividades em grupo, as quais possibilitaram uma maior participação dos estudantes e reflexões mais aprofundadas em torno de aspectos relacionados à saúde, econômicos, sociais e ambientais ligados ao rompimento da barragem. Apontamos a importância de se investigar como a promoção da dimensão atitudinal, em associação com as demais dimensões, pode impactar a formação dos estudantes e a necessidade de que propostas formativas sejam destinadas às demandas dos professores em utilizar as QSC no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Questões Sociocientíficas; Ensino de Ciências; Objetivos de Aprendizagem; Dimensões CPA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Variações dos objetivos no ensino de QSC	19
Figura 2 - Estrutura de três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos CPA da aprendizagem).....	21
Figura 3 - Metodologia de Análise	39
Figura 4 - Associação entre a utilização de recursos didáticos e os objetivos de aprendizagem promovidos.....	64
Figura 5 - Cartaz produzido pelo grupo responsável por avaliar os impactos do rompimento da barragem na saúde.....	67
Figura 6 - Cartaz produzido pelo grupo responsável por avaliar os impactos econômicos e sociais do rompimento da barragem de Fundão.....	70
Figura 7 - Cartaz produzido pelo grupo responsável por avaliar os impactos ambientais do rompimento da barragem de Fundão.	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questões Norteadoras e seus objetivos de aprendizagens da SD “Mudanças Climáticas: Existem Responsáveis?”	23
Quadro 2 - Critérios para identificação de indícios de que um objetivo de aprendizagem foi promovido.	34
Quadro 3 - Objetivos planejados para a SD “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce”	35
Quadro 4 - Sinais utilizados na transcrição dos momentos e seus significados	38
Quadro 5 - Objetivos de aprendizagem planejados e promovidos e não promovidos no desenvolvimento da SD “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce” na sala de aula da professora Eugênia	41
Quadro 6 - Objetivos de aprendizagem não planejados, mas promovidos no desenvolvimento da SD “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce” na sala de aula da professora Eugênia.....	59
Quadro 7 - Transcrição dos momentos de promoção do objetivo de aprendizagem A10.	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1	O ensino de Ciências e as Questões Sociocientíficas.....	11
2.2	As vertentes da Educação CTSA e os objetivos de aprendizagem na abordagem educacional de QSC.....	16
2.3	Um guia para a abordagem educacional de QSC orientada por uma visão ampla de conteúdo	20
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	O contexto de produção da Sequência Didática (SD) e suas elaboradoras	26
3.2	Caracterização da Sequência Didática	30
3.3	O contexto de desenvolvimento da SD.....	31
3.4	Metodologia de Coleta de dados	33
3.5	Metodologia de Análise de Dados	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1	Objetivos CPA promovidos e recursos didáticos	40
4.2	A promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal.....	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	73
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
7	ANEXOS	80

1 INTRODUÇÃO

O modelo tradicional-tecnicista¹ no ensino de Ciências vem sendo criticado por diversos autores. Isso porque as abordagens sustentadas nesse modelo possuem uma preocupação excessiva com o ensino “memorístico” de fatos, conceitos e valorizam a técnica em detrimento de outros tipos de habilidade, como: as interpessoais e atitudinais (Conrado; Nunes Neto, 2018; Hodson, 2011; Sadler, 2011; Santos; Mortimer, 2000; Santos; Schnezler, 1996;

A principal crítica feita a esse modelo de ensino se dá principalmente por fomentar uma postura passiva nos estudantes e, por consequência, não favorecer a formação de cidadãos responsáveis e críticos (Conrado; Nunes-Neto 2018). Um ensino de Ciências apoiado nesse modelo não possibilita uma discussão aprofundada dos conteúdos, além de dificultar o engajamento dos estudantes (Santos; Schnezler, 1996).

Essa crítica tão prevalente nas pesquisas da área de Educação em Ciências é fortemente apoiada pelas discussões que emergiram do movimento CTS/CTSA, que veio realçar, entre vários outros aspectos, a necessidade de se discutir as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de Ciências, com vistas à formação crítica dos sujeitos (Santos; Mortimer, 2001). Dentro dessa perspectiva de Educação (CTS/CTSA), a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) é apontada como promissora em um Ensino de Ciências motivado por tais objetivos.

As QSC são definidas por Conrado e Nunes-Neto (2018) como questões socioambientais controversas e complexas, cuja resolução deve ser informada pela ciência, mas que também levar em consideração outros aspectos, como por exemplo: socioculturais, éticos, políticos e econômicos. Quando utilizadas no ensino, essas problemáticas permitem não apenas a contextualização, mas também o aprofundamento em pontos específicos do problema, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo e ético dos estudantes (Hodson, 2014; Conrado; Nunes-Neto, 2018; Simonneaux, 2014).

Para que as potencialidades do ensino CTS/CTSA e da utilização de QSC como ferramenta pedagógica sejam atingidas, Zabala (1998), Coll e colaboradores (1992) e Conrado e Nunes-Neto (2018) enfatizam a importância de um ensino em que haja equilíbrio entre as três dimensões do conteúdo de ensino, sendo estas: a Conceitual, a

¹ Ensino cuja prioridade é a memorização de conceitos e aprendizagem de procedimentos para fins técnicos, desconsiderando valores e atitudes. Nesse modelo de ensino, a autoridade para transmissão de conhecimentos está centrada no professor (CONRADO; NUNES NETO, 2018).

Procedimental e a Atitudinal (CPA). A *dimensão conceitual* está ligada aos fatos, conceitos e princípios de um campo disciplinar; a *procedimental* está relacionada aos procedimentos, técnicas e métodos desse campo; e a *atitudinal* está associada à reflexão sobre valores, normas e atitudes (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Hodson (2004) e Simonneaux (2013) salientam a importância de que essa última dimensão seja valorizada num ensino que busque promover o pensamento crítico e o ativismo.

A promoção de objetivos de aprendizagem nas três dimensões do conteúdo é dependente da intencionalidade do professor, expressa no planejamento e desenvolvimento de propostas de ensino para a abordagem das QSC em sala de aula (Conrado; Nunes-Neto, 2018, Oliveira, Mozzer, Nunes-Neto, 2021). Dionor *et al.* (2020) apontam aspectos que são considerados obstáculos para a utilização dessa abordagem didática, como: a deficiência na formação dos professores, a insegurança em desenvolver atividades dessa natureza, além dos desafios pedagógicos e curriculares.

Nesse sentido, nos parece de fundamental importância compreender como os professores planejam e desenvolvem as propostas didáticas para ensinar com QSC tanto para superar obstáculos associados ao ensino e à formação de professores, como os apontados por Dionor *et al.* (2020), quanto para o avanço da pesquisa no campo.

Diante desse cenário, neste trabalho, nos propusemos a *analisar os objetivos CPA planejados e promovidos no ensino de Ciências a partir de uma sequência didática (SD) centrada em uma QSC sobre o rompimento da Barragem do Fundão, elaborada e desenvolvida por uma professora de Ciências.*

Para isso, delineamos objetivos específicos que direcionaram a nossa investigação. São eles:

- (i) identificar os objetivos de aprendizagem planejados que foram promovidos em sala de aula pela professora de Ciências e os recursos utilizados para sua promoção;
- (ii) identificar possíveis objetivos de aprendizagem promovidos e não planejados na SD e os recursos utilizados para sua promoção; e,
- (iii) discutir, a partir de um episódio de ensino, a promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção apresentamos os pressupostos teóricos que embasaram o nosso trabalho. Inicialmente, discutimos os objetivos do ensino de Ciências, desde o seu surgimento, até os dias atuais, suas limitações e situamos as Questões Sociocientíficas (QSC) nesse contexto. Em seguida, são discutidas as múltiplas vertentes da educação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS/CTSA) e como essas perspectivas se relacionam com a abordagem de QSC. Ainda nesta seção, abordamos sobre um guia para a abordagem educacional de QSC orientado por uma visão ampla de conteúdo de ensino.

2.1 O ensino de Ciências e as Questões Sociocientíficas

O ensino de Ciências surgiu no Brasil a partir da década de 1960, especificamente com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB n. 4.024 de 1961) (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010). Entretanto, segundo Krasilchik (1992), naquela época o ensino de Ciências era vendido como “neutro”, ou seja, não havia muita preocupação em considerar aspectos políticos, sociais e éticos relacionados a ciência. A ênfase estava na compreensão dos conceitos científicos e na aplicação lógica da metodologia científica para resolver problemas. Além disso, de acordo com essa autora, a qualidade do ensino era avaliada a partir do número de conteúdos conceituais transmitidos.

Muitas vezes, o ensino de Ciências é visto como uma transmissão de conceitos daquele que os detém (o professor) para aqueles que não os dominam (os estudantes), que apenas são reprodutores desses conhecimentos adquiridos pela memorização e repetição (Hodson, 2004). Santos e Mortimer (2000) criticam esse modelo de ensino tradicional mecânico, que ainda hoje é muito recorrente, afirmando que há uma preocupação excessiva com aprendizagem de conceitos e deixando de lado um papel essencial do ensino, que é a conscientização sobre os problemas enfrentados pela sociedade.

Ainda com relação ao ensino tradicional-tecnicista, Santos e Schnetzler (1996) apontam em sua pesquisa limitações no aprendizado dos estudantes relacionadas à postura passiva que estes têm em sala de aula nesse tipo de ensino. Esses autores demonstram que uma possível razão para essa postura se deve à quantidade elevada de tópicos de conceitos das Ciências que são ensinados de forma rasa na maioria das salas de aula. A abordagem profunda dos conceitos básicos que envolvem o ensino de Ciências, auxiliariam os estudantes na compreensão sobre os problemas da vida real, assim, eles

expressariam de maneira científica, o que contribuiria para a formação de indivíduos críticos para o enfrentamento dos problemas advindos da sociedade.

Com o desenvolvimento científico e tecnológico, a partir do século XX, surgiu uma preocupação mundial com a educação científica, não só por educadores da ciência, mas também por diferentes profissionais. Foi assim que surgiram discussões sobre o letramento científico como uma perspectiva que exige do estudante uma prática social e uma compreensão dos elementos da investigação da ciência (Santos, 2007).

Roberts (2007 *apud* Sadler, 2011) caracterizou duas visões diferentes em torno do significado de letramento científico no ensino de Ciências. Uma *Visão I*, que enfatiza a aquisição de conhecimentos e habilidades no âmbito da ciência, tais como compreender teorias científicas, realizar experimentos e analisar dados científicos. Essa visão pode ser importante para formar cientistas e profissionais que vão trabalhar com a ciência, sendo menos relevante para aqueles que não vão seguir essa carreira. E uma *Visão II*, que tem enfoque nas situações relacionadas à ciência que os estudantes provavelmente encontrarão na vida como cidadãos, nas quais considerações não científicas também são importantes. Essa proposta mais ampla destaca que a formação de cidadãos bem informados e participativos necessita do desenvolvimento de conhecimentos e habilidades para avaliar questões científicas relevantes em suas vidas.

A partir dessas duas visões postuladas por Roberts (2007), Sadler (2011) adota uma perspectiva que está de acordo com a Visão II de letramento científico. Isso porque esse autor defende uma educação científica *para todos* e não apenas para aqueles que vão se engajar em trajetórias acadêmicas e/ou carreiras científicas. Assim, essa perspectiva pressupõe que o indivíduo seja capaz de confrontar, negociar e enfrentar os desafios da sociedade que envolvem a ciência.

Portanto, uma perspectiva de educação científica que tem o foco em desenvolver nas salas de aulas conteúdos que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente mostra-se coerente com a Visão II. Ela teve origem no movimento que foi chamado de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), ao qual alguns autores agora incluem a letra “A” à sigla com a intenção de explicitar e chamar a atenção para as relações ambientais que permeiam as demais (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

O movimento CTS/CTSA surgiu nos anos de 1960, como resposta ao receio causado por guerras e as tecnologias envolvidas, como por exemplo as armas nucleares. Esse movimento vem influenciando discussões e iniciativas no ensino de Ciências em torno da conscientização da sociedade sobre as relações culturais e contextuais que

permeiam o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e impactam o meio ambiente (Santos; Mortimer, 2001).

Em nossa área, essa perspectiva fundamenta a Educação CTS/CTSA. Ao problematizar as complexas relações entre conhecimento científico, as tecnologias desenvolvidas a partir desse conhecimento e os impactos na sociedade e no ambiente, a Educação CTS/CTSA busca desmistificar a ideia de que a ciência é de natureza especial, basta-se por si só e, além disso, de que a tecnologia nada mais é que a ciência aplicada (Von Linsingen, 2007). Sob essa perspectiva, o conhecimento científico não é algo que deve ser de domínio apenas dos cientistas; é imprescindível que os cidadãos também estejam a par desses conhecimentos e de suas relações para enfrentar as demandas contemporâneas da sociedade (Santos; Mortimer, 2001).

Entretanto, conforme é apontado por Hodson (2011), as abordagens educacionais que se intitulam como CTS/CTSA, muitas vezes trazem temáticas (ou problemáticas) de uma forma contextualizada, em busca apenas da aprendizagem de conceitos científicos e em detrimento da promoção do pensamento crítico dos estudantes. Como define Jimenez-Aleixandre (2010, p. 40): “A racionalidade crítica enfatiza a capacidade das pessoas de refletir sobre a realidade e modifica-la”.

Neste sentido, Simonneaux (2014) aponta que o desenvolvimento do pensamento crítico é de extrema importância para a emancipação dos cidadãos, pois é a partir dele que os sujeitos se tornam capacitados para a tomada de decisão responsável. Isso é coerente com o ponto de vista de autores como Conrado e Nunes-Neto (2018) e Hodson (2011) sobre o letramento científico. De acordo com esses autores, ele pode ser compreendido como um processo no qual os estudantes se apropriam gradualmente da linguagem científica, ao mesmo tempo em que são instruídos a tomar de decisões e se engajar em ações sociopolíticas na direção da maior justiça social e ambiental.

Situada na perspectiva CTS/CTSA de Educação em Ciências, a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) no ensino tem sido destacada pelo seu potencial de promover reflexões críticas nos estudantes (Conrado; Nunes-Neto, 2018; Hodson, 2014). Essas são definidas por Sadler (2011) como:

(...) questões sociais controversas com conexão conceitual e/ou procedimental à ciência. Possuem final aberto sem soluções claras; de fato elas tendem a ter múltiplas soluções plausíveis. Essas soluções podem ser informadas por princípios científicos, teorias e dados, mas as soluções não podem ser inteiramente determinadas por considerações científicas (SADLER, 2011, tradução nossa; p. 4);

As QSC possuem um caráter complexo e controverso, que possibilita sua abordagem educacional de forma contextualizada e inter ou multidisciplinar no ensino de Ciências (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Conforme argumentam autores como Hodson (2014) e Simonneaux (2014), a utilização dessa abordagem educacional precisa promover o confronto dos estudantes com situações baseadas em problemas reais, que demandam deles uma tomada de decisão. Quando tomadas neste sentido, as propostas de ensino baseadas em QSC podem auxiliar os estudantes a identificar os valores éticos e morais dos pares e, além disso, atribuir diferentes valores que devem orientá-los na tomada de decisão (Simonneaux, 2014).

Segundo Reis (2013) a utilização de QSC na educação pode beneficiar o aprendizado de conteúdos científicos de forma mais aprofundada e significativa, além disso, promover o desenvolvimento cognitivo e ético dos estudantes. Em função das potencialidades dessa abordagem de ensino, as QSC superam aquela ideia de que o ensino de Ciências é apenas uma mera transmissão de conhecimentos do professor para o estudante (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Nessa perspectiva, o desenvolvimento cognitivo e ético dos sujeitos se distancia dos objetivos da pedagogia das competências. Esses objetivos, apesar de ressaltar o desenvolvimento de habilidades, tem uma característica mais voltada para o ensino tecnicista, em que se busca a formação de indivíduos para a atuação no mercado de trabalho, visando maximizar a eficiência e, conseqüentemente, o lucro empresarial (Do Amaral, 2022). Ao contrário, Conrado e Nunes-Neto (2018), assim como Hodson (2004), defendem a formação integral de cidadãos críticos, a qual orienta-se no sentido da promoção da justiça e da deselitização da tomada de decisão.

Baseados nas ideias de autores como Zabala (1998), Coll e colaboradores (1992), Conrado e Nunes-Neto (2018) defendem a necessidade de que exista um equilíbrio entre as três dimensões do conhecimento na perspectiva CTS/CTSA, sendo elas: Conceitual, Procedimental e Atitudinal (CPA).

Para esses autores, a *dimensão conceitual* está relacionada ao campo epistemológico que envolvem fatos, conceitos e princípios. Descrevem fatos como informações, dados ou acontecimentos concretos que podem ser memorizados. No que se refere aos conceitos, trazem a ideia de uma entidade teórica que generaliza um conjunto de dados, fatos e/ou fenômenos. Os princípios, como descrevem, também são entidades teóricas que, por sua vez, possibilitam a explicação de fenômenos, descrição de fatos e que permitem fazer previsões.

A *dimensão procedimental* diz respeito ao campo metodológico. Está ligada ao desenvolvimento de habilidades para alcançar um objetivo específico e se divide em três categorias: procedimentos, técnicas e métodos. Os procedimentos são um conjunto de ações ordenadas que permitem alcançar um determinado objetivo, por meio de técnicas e com base em métodos. As técnicas são atividades específicas que são utilizadas para executar um procedimento. Os métodos são a perspectiva mais geral de uma ação e envolvem uma abordagem sistêmica para atingir um objetivo; estes são compostos por procedimentos e técnicas. (Conrado; Nunes-Neto, 2018)

Existem pesquisas (como, por exemplo: Santos; Mortimer, 2000; Hodson, 2011; Conrado; Nunes-Neto, 2017) que discutem que os estudantes, na maioria das vezes, são instruídos no uso de novas tecnologias, mas que não são considerados os aspectos filosóficos e os impactos de seu uso para a sociedade. Nesse contexto, a dimensão procedimental é limitada apenas ao aspecto técnico, em detrimento do desenvolvimento da capacidade de encontrar as próprias respostas confiáveis. Para esses autores, esse tipo de educação é alienante e contribui com um sistema de dominação e aceitação acrítica.

Por fim, a *dimensão atitudinal*, refere ao campo axiológico, no qual são compreendidos os valores, as normas e as atitudes. Os valores são princípios fundamentais que norteiam a moralidade e o comportamento ético de uma pessoa ou grupo. As normas são regras que orientam a conduta dos indivíduos dentro de um determinado contexto social, são geralmente estabelecidas para garantir a harmonia e o bem-estar coletivo. As atitudes são predisposições ou tendências comportamentais que um indivíduo tem com base em normas e valores (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

No entanto, Lima (2019) aponta em seu trabalho que, no ensino de Ciências, há uma carência na exploração da dimensão atitudinal. De acordo com essa autora, a aprendizagem nas três dimensões do conhecimento trata-se de um processo lento que deve ser desenvolvida ao longo de toda a Educação Básica. Por isso, Santos e Mortimer (2000) chamam atenção para a importância da mobilização de atividades que visam identificar os valores dos estudantes, e assim, ter uma melhor visão sobre as reais necessidades da sociedade.

Carvalho, El-Hani e Nunes-Neto (2020) argumentam que para abordar as dimensões procedimental e atitudinal no ensino de Ciências na Educação Básica, faz-se necessário reduzir o número de tópicos e priorizar a exploração mais aprofundada de temas básicos que são considerados essenciais para a formação de indivíduos críticos. Esses autores destacam também que a aprendizagem de conceitos científicos é necessária

e importante para a legitimação epistemológica, mas que tal aprendizagem não deve ser tomada como “a mais importante”, em detrimento das aprendizagens nas demais dimensões. É importante priorizar todos os domínios do conhecimento e demonstrar a relação entre eles.

No entanto, é comum em salas de aula de Ciências que os professores evitem assuntos relacionados a interesses políticos, que permeiam temas controversos e complexos, como os que envolvem QSC, por receio de enviesar o posicionamento dos estudantes (Hodson, 2004). De acordo com Hodson (2004), a crença de que a ciência por si só é a solução de todos os problemas sociais não passa de uma ilusão. E como ele declara: “valores são promovidos tanto pelo que se omite quanto pelo que se inclui” (Hodson, 2004, p. 2, tradução nossa).

Por esse motivo, os currículos no ensino de Ciências precisam ser estruturados tendo como uma das finalidades o desenvolvimento de valores como, por exemplo, empatia, solidariedade, respeito e ética (Santos; Mortimer, 2000). Devido a isso, autores como Hodson (2014), Simonneaux (2014), Santos e Mortimer (2001), Conrado e Nunes-Neto (2018) destacam a importância de um ensino que leve em conta as três dimensões do conhecimento e seja capaz de promover o desenvolvimento de habilidades dos estudantes, levando-os para a reflexão dos impactos da ação humana sobre a sociedade e o meio ambiente, objetivando a formação de cidadãos responsáveis.

2.2 As vertentes da Educação CTSA e os objetivos de aprendizagem na abordagem educacional de QSC

Ao longo das últimas décadas, surgiram pesquisas (e.g. Santos; Mortimer, 2011; Hodson, 2011; Conrado; Nunes-Neto, 2018) que discutem a importância das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS/CTSA) no ensino de Ciências, em busca de uma aprendizagem mais significativa. Com o objetivo de promover uma educação CTS/CTSA nas salas de aula de Ciências, foram abarcadas discussões sobre abordagens educacionais envolvendo as QSC (Pedretti; Nazir, 2011).

Pedretti e Nazir (2011) destacam que as ideias acerca da perspectiva CTS/CTSA foram elaboradas por pessoas diferentes, em diferentes contextos e com finalidades distintas. Por causa disso, as autoras argumentam sobre a necessidade de se revisitar as diferentes visões em torno do que se pretende na educação científica.

Sob essa ótica, Pedretti e Nazir (2011) identificaram e caracterizam seis diferentes vertentes da Educação CTS/CTSA, sendo elas: (i) aplicação/design; (ii) histórico; (iii) raciocínio lógico; (iv) valorativa; (v) sociocultural; e, por fim (vi) justiça

socioambiental. Tais vertentes tem como objetivo contribuir para que os educadores da área possam utilizá-lo como referência para análise de discursos e práticas educacionais.

A vertente *Aplicação/Design* tem enfoque na solução de problemas a partir da aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, com ênfase no desenvolvimento de habilidades cognitivas, experimentais e pragmáticas. Essa vertente pode apresentar algumas limitações, como, por exemplo, a não consideração dos aspectos éticos e dos valores envolvidos no desenvolvimento tecnológico. Além disso, pode reforçar a ideia que a tecnologia é a solução de todos os problemas.

A vertente *Histórica*, tem o seu foco em uma compreensão sociocultural e histórica sobre o trabalho dos cientistas. Essa vertente dá ênfase à necessidade de se demonstrar a influência da ciência e da tecnologia na sociedade, assim como as demandas sociais ao longo da história que influenciam o desenvolvimento científico. Nesse sentido, as abordagens educacionais que utilizam essa vertente, tendem a demonstrar a ciência como uma matéria importante por seu valor intrínseco. Pedretti e Nazir (2011) destacam que uma crítica a essa vertente é a tendência de destacar as “histórias de herói” da ciência, em detrimento das histórias sobre fracassos do longo do seu desenvolvimento, o que, conseqüentemente, reforça estereótipos.

A vertente do *Raciocínio Lógico*, tem como princípio a ideia de que todas as questões podem ser resolvidas por meio de considerações científicas e raciocínio lógico. O objetivo desta vertente é desenvolver o pensamento crítico e as habilidades cognitivas dos estudantes que os auxiliarão na tomada de decisão. As autoras destacam que, frequentemente, trabalhos nesta vertente são criticados por não atribuírem a devida importância ao papel dos valores, sentimentos e conhecimentos do cotidiano para uma tomada de decisão.

Por outro lado, a vertente *Valorativa* (ou “*Centrada em Valores*”), sugere que os valores devem ser explicitamente incorporados na educação CTS/CTSA. Isso porque, quando incorporados na educação científica, são capazes de contribuir para preparar os estudantes para a tomada de decisões responsáveis, que levem em conta os aspectos éticos relacionados aos problemas sociais e ambientais que envolvem também tecnologia e ciência. Pedretti e Nazir (2011) apontam que uma crítica a essa vertente é a falta de consenso sobre os valores universais. Além disso, as autoras apontam que, mesmo com trabalhos louváveis nessa área, ainda assim, existem críticas sobre as suposições filosóficas subjacentes aos modelos que embasam as propostas centradas nesta perspectiva.

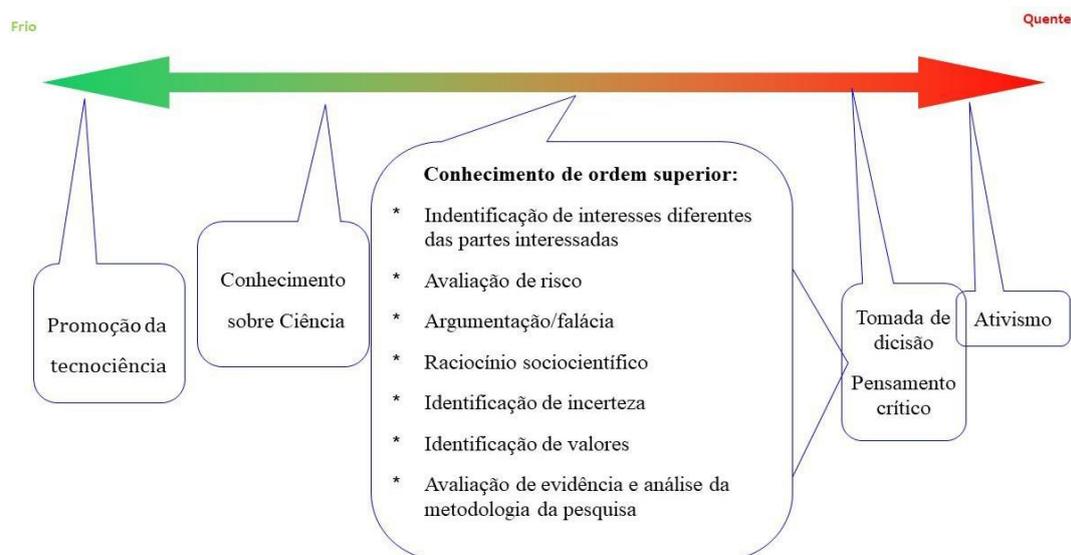
A vertente *Sociocultural*, tem o foco em reconhecer os contextos culturais e sociais embutidos na ciência e na tecnologia. De acordo com essa vertente, o objetivo é enriquecer a educação científica ao abrir espaços para múltiplas perspectivas, valorizando a diversidade cultural. Pedretti e Nazir (2011) apontam que um fator limitante sobre essa vertente, é o fato de que a ciência e outras formas de conhecimento (como aqueles derivados das experiências e práticas cotidianas dos sujeitos), muitas vezes são contrárias e não podem ser combinadas. Além dessa limitação, as autoras também salientam que facilmente, abordagens atreladas a essa vertente pode ser desenvolvida de forma superficial, de modo que não sejam promovidos diálogos eficazes relacionados aos conhecimentos científicos e/ou do cotidiano que auxiliariam os alunos a negociar e ressignificar ideias e entendimentos, mantendo suas identidades culturais.

Por fim, a vertente da *Justiça socioambiental* tem como objetivo realizar iniciativas de ativismo com os estudantes. Essa vertente busca fomentar atividades a partir de fatores políticos e econômicos que influenciam a ciência, fornecendo ferramentas necessárias para que os indivíduos participem ativamente na sociedade. No entanto, um desafio relacionado a essa vertente é o receio que muitos professores têm sobre ensinarem de forma tão direta sobre assuntos políticos. Além disso, eles se questionam sobre a sua própria capacidade de levar essa problemática para as salas de aulas de Ciências. Isso se deve ao fato de que os professores temem serem vistos como doutrinantes em suas práticas e não como pessoas capazes de empoderar outros sujeitos.

De acordo com Pedretti e Nazir (2011) não deve existir um nível de hierarquia entre as vertentes, ou seja, todas as vertentes possuem vantagens e limitações, como as que foram exemplificadas anteriormente. Elas não são mutuamente excludentes e podem ser combinadas e utilizadas harmonicamente em uma proposta didática baseada em QSC. Neste sentido, para Conrado (2017) o importante é compreender e explicitar as tendências da educação CTSA que fundamentam as QSC, de acordo com as perspectivas pedagógicas e os objetivos educacionais assumidos pelo elaborador da proposta didática.

Sob essa ótica, Simonneaux (2014) representa em um *continuum* as variações existentes entre os objetivos de aprendizagem quando se aborda uma QSC no ensino de Ciências (vide Figura 1).

Figura 1- Variações dos objetivos no ensino de QSC



Fonte: Simonneaux, 2014, p. 100. Tradução livre.

De acordo com a representação proposta, no “*cold end*” (extremo frio) os objetivos educacionais estão relacionados a aprendizagem tecnicista dos conteúdos científicos. Nesse extremo, a prioridade do/da professor/a ao utilizar uma QSC no ensino se restringe à aprendizagem de conteúdos científicos com fins técnicos e não há (ou há pouca) interdisciplinaridade. Uma vertente proposta por Predetti e Nazir (2011) que se relaciona com objetivos desse extremo é a vertente Aplicação/Design da educação CTSA.

Já no “*hot end*” (extremo quente), os objetivos estão relacionados ao ativismo. Neste extremo, a mobilização de valores é priorizada, buscando-se o diálogo entre os domínios das Ciências da Natureza e das Ciências Humanas, com o objetivo de fomentar a formação de indivíduos engajados com causas sociais (Simonneaux, 2014). As QSC elaboradas com os objetivos relacionados a esse extremo estão em consonância com a vertente da *Justiça Socioambiental* da educação CTSA, proposta por Pedretti e Nazir (2011).

Entre os dois extremos do *continuum*, Simonneaux (2014) afirma encontram-se objetivos associados a uma melhor compreensão sobre a Natureza da Ciência. Assim, nessa parte intermediária encontram-se também objetivos relacionados ao desenvolvimento de “pensamentos de alto nível” pelos estudantes, ou seja, aqueles que se referem ao desenvolvimento de um conjunto de habilidades cognitivas complexas que são essenciais para a compreensão e engajamento dos sujeitos com as QSC. Nessa parte

pode-se considerar que se encontram as propostas baseadas na combinação de múltiplas das vertentes da educação CTSA propostas por Pedretti e Nazir (2011).

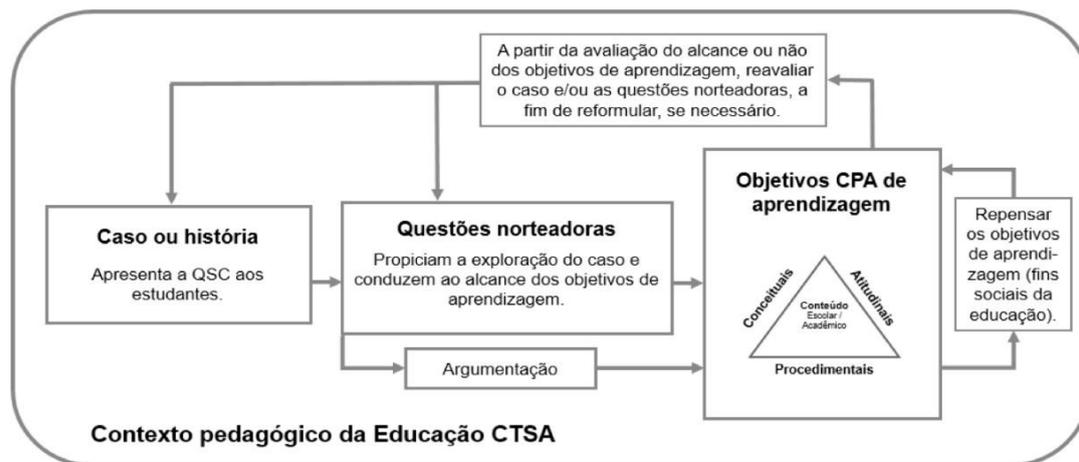
Simonneaux (2014) chama atenção para a importância de se promover os objetivos educacionais que se aproximam do “*hot end*”, pois é nesse extremo do *continuum* que está a busca pelo desenvolvimento do pensamento crítico e da cidadania científica e política (engajada) pelos estudantes. Conrado e Nunes-Neto (2018) vem defendendo e desenvolvendo propostas que buscam atender essas finalidades mais voltadas para o “*hot end*”. Nesse sentido, para auxiliar os professores a desenvolverem propostas dessa natureza, os autores propuseram um guia para abordagem educacional de QSC que será discutido na seção seguinte.

2.3 Um guia para a abordagem educacional de QSC orientada por uma visão ampla de conteúdo

Conrado e Nunes-Neto (2018) fazem uma crítica ao modelo de ensino tradicional-tecnicista, ao apontar que, apesar da utilidade desse modelo para a aprendizagem de fatos, teorias e técnicas, este não é suficiente para cumprir com os outros objetivos educacionais, como aqueles mencionados na seção anterior. Para esses autores, o ensino deve transcender a transmissão de conhecimentos técnicos e incluir a mobilização de habilidades e valores, quando se almeja promover a formação de cidadãos responsáveis e capazes de solucionar problemas complexos que enfrentam na vida em sociedade.

Conrado e Nunes-Neto (2018) defendem que é possível buscar estratégias ou métodos de ensino baseados em QSC de modo a definir objetivos de aprendizagem no ambiente escolar ou acadêmico que contemplem as três dimensões de conteúdo (CPA). Na perspectiva desses autores, a abordagem educacional de QSC pode ser organizada a partir de três elementos centrais, sendo eles: (i) o caso; (ii) as questões norteadoras; e, (iii) objetivos de aprendizagem (vide Figura 2).

Figura 2 - Estrutura de três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos CPA da aprendizagem)



Fonte: Conrado e Nunes-Neto, 2018, p. 107.

O *caso* consiste na apresentação da problemática que deve ser uma breve história, se possível com narrativas que se assemelham sociocultural e economicamente com a realidade dos estudantes. O caso, por si só, pode não ter efeito em promover o desenvolvimento dos objetivos de aprendizagem, como também pode não permitir uma reflexão profunda sobre o problema apresentado, tampouco explicitar quais os conhecimentos devem ser mobilizados pelos estudantes.

Por causa disso, Conrado e Nunes-Neto (2018) sugerem o que chamam de *questões norteadoras* (QN). Tratam-se de questões claramente colocadas com o objetivo de guiar a discussão no grupo e que em seu processo de formulação são intencionalmente considerados aspectos específicos da problemática controversa e complexa que envolve uma QSC, com o intuito de alcançar determinados objetivos de aprendizagem.

Os *objetivos de aprendizagem* referem-se aos conhecimentos, habilidades e atitudes que se pretendem desenvolver em um determinado processo educacional. Conrado e Nunes-Neto (2018) define os objetivos de aprendizagem a partir de uma concepção tridimensional dos conteúdos, ou seja, são definidos nas três dimensões de aprendizagem: Conceitual, Procedimental e Atitudinal (CPA), descritas na seção 1.1 deste trabalho.

Conrado e Nunes-Neto (2018) destacam a importância de se explicitar os objetivos de aprendizagem para auxiliar uma formação mais integral dos sujeitos, levando-se em conta o equilíbrio entre as três dimensões de aprendizagem CPA. Eles destacam também a importância de se promover um ambiente argumentativo na discussão das QN durante o desenvolvimento de uma proposta centrada em uma QSC em salas de aula de Ciências.

De acordo com a estrutura centrada nos três elementos, proposta por Conrado e Nunes Neto (2018), ao longo do desenvolvimento de uma QSC o professor deve perseguir os objetivos de aprendizagem CPA propostos na elaboração da Sequência Didática (SD) e avaliar o alcance ou não desses objetivos. Neste sentido, se os objetivos de aprendizagem CPA não forem alcançados (ou o forem parcialmente), o professor precisa repensar seus objetivos e reformular ou aprimorar as QN de acordo com as necessidades observadas.

No contexto de uma disciplina eletiva ofertada para os cursos de graduação na área das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), localizada em Minas Gerais, a autora deste trabalho e uma colega de classe, Carolina Januário, desenvolvemos uma SD² baseada em uma QSC sobre a problemática “mudanças climáticas”. A SD teve como guia a estrutura dos três elementos proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018).

No final de 2020 e início de 2021 surgiram constantes notícias relacionadas ao desequilíbrio climático, como, por exemplo: óbitos causados por temperaturas elevadas no Canadá; os incêndios no Pantanal e as altas temperaturas sentidas na região Centro-Oeste; e as enchentes em diferentes localidades do Brasil. Essas notícias tiveram ampla divulgação na época da elaboração da SD e vislumbramos nesse assunto controverso e polêmico das mudanças climáticas uma temática de grande relevância social para elaborarmos nossa SD centrada em uma QSC.

A SD foi idealizada para ser desenvolvida em uma turma do 1º ano do Ensino Médio num total de 6 (seis) aulas de 50 minutos cada. Além disso, ela envolve algumas horas de dedicações extraclasse dos alunos para coleta de dados, pesquisas e desenvolvimento das atividades.

Para a elaboração da SD, partimos da construção de um caso que possuía semelhanças com o contexto dos estudantes para os quais a proposta foi idealizada. O caso contava a história de três jovens personagens (Marina, Marcelo e Luiz) moradores da cidade de Montes Claros, em Minas Gerais. Eles se questionam sobre alguns acontecimentos incomuns na sua cidade como dias de baixa temperatura. Montes Claros (MG) é conhecida por seu clima quente e, comumente, não experimenta baixas temperaturas. No entanto, naquele ano de 2021, os termômetros chegaram a marcar 9°C,

²Link de acesso à SD “Mudanças Climáticas: Existem Responsáveis?": <https://drive.google.com/file/d/1m57gtWpwnxNsdN5-bT919E0JK9FPUH8/view?usp=sharing>

em dias em que a temperatura mínima esperada era de 14°C. Esse fato é motivo de inquietação dos personagens, que começam a discutir sobre outras notícias relacionadas às mudanças climáticas naquela mesma época.

A SD “mudanças climáticas: existem responsáveis?” possui 11 (onze) questões norteadoras previamente planejadas em torno do tema para promover interações argumentativas entre os estudantes e destes com o/a professor/a, de modo a alcançar os objetivos de aprendizagem CPA, também planejados. Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), selecionamos como exemplo três das QN contidas na proposta com a intenção de ilustrar as relações que estas estabelecem com os objetivos de aprendizagem CPA que almejamos, ambos apresentados no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Questões Norteadoras e seus objetivos de aprendizagens da SD “Mudanças Climáticas: Existem Responsáveis?”

QUESTÕES NORTEADORAS	OBJETIVOS CPA
QN1- O que é efeito estufa?	C1: Entender o que é efeito estufa.
QN8- Como as emissões crescentes de carbono estão relacionadas ao aumento da temperatura média global?	P1: Identificar quais as ações humanas que influenciam o efeito estufa.
	A4: Refletir sobre a importância de controlar as emissões de gases estufa.
QN11- Qual a importância das conferências climáticas ao longo da história? E diante do atual cenário de mudanças climáticas?	P6: Identificar quais são os órgãos que incitam as discussões ambientais.
	P7: Identificar quais as ações propostas durante as conferências climáticas.
	A2: Problematizar a eficiência das políticas de preservação ambiental.

Fonte: as autoras.

No quadro 1 adotamos um esquema de cores para melhor visualização dos objetivos de aprendizagem em cada uma das dimensões do conteúdo. Na cor vermelha, estão destacados objetivos de aprendizagem na dimensão Conceitual (C). Na cor amarela, destacamos objetivos na dimensão Procedimental (P). E na cor verde, destacamos aqueles objetivos relacionados à dimensão Atitudinal (A).

A primeira questão norteadora (QN1) tem como objetivo promover entendimentos dos estudantes relacionados ao conceito do efeito estufa. Nossa intenção

com essa questão inicial é a de fomentar a busca de informações e as discussões em torno dos entendimentos dos estudantes desse fenômeno natural (lançando mão de representações nos níveis macro e submicroscópico), como pré-requisito para a compreensão da problemática do aquecimento global. Neste sentido, o objetivo de aprendizagem que norteia essa QN está situado na dimensão conceitual.

A QN8 é uma das questões que guiam as discussões e atividades das aulas 3 (três) e 4 (quatro), centra-se na identificação de ações humanas que influenciam o efeito estufa (tendo os estudantes nessa etapa já compreendido o que são os gases estufa) e, conseqüentemente, nas mudanças climáticas notadas pelos personagens do caso, Marina e seus amigos. Assim, trata-se de um objetivo na dimensão procedimental, uma vez que se pretende desenvolver as habilidades de pesquisa e identificação.

A partir dessa QN também esperamos fornecer oportunidades para que os estudantes possam refletir sobre os impactos de suas ações no acirramento efeito estufa e que, a partir dessas reflexões possam mobilizar diferentes valores (como por exemplo: valorização da vida e dignidade humana) a fim de perceberem a importância de controlar as emissões de gases estufa. Neste sentido, nossos objetivos de aprendizagem em torno dessa questão situam-se na dimensão atitudinal.

A QN11 é uma das questões elaboradas para guiar as discussões e atividades das aulas 3 (três) e 5 (cinco), a qual está ligada a dois objetivos procedimentais. Um deles, associado ao desenvolvimento pelos estudantes de habilidades de pesquisa e identificação de órgãos (entidades e instituições), nesse caso, que incitam as discussões ambientais, para que, em um próximo momento, possam hipotetizar as motivações desses órgãos. Outro a partir do qual pretendemos que os estudantes pesquisem propostas relacionadas às discussões ambientais, para, numa próxima etapa, possam utilizar essas informações em sua argumentação. Além disso, por meio dessa QN também pretendemos fornecer oportunidades para que os estudantes problematizem a eficiência das políticas de preservação ambiental, instigando a discussão das possíveis limitações dessas políticas, bem como suas conseqüências. Esse último objetivo atrelado à dimensão atitudinal.

Como procuramos discutir a partir desse breve exemplo, para Conrado e Nunes-Neto (2018) e seus colaboradores (e.g. Oliveira, Mozzer, Nunes-Neto, 2021), na elaboração de uma SD envolvendo uma QSC o professor precisa planejar de forma intencional e explícita os objetivos de aprendizagem. Esse planejamento é importante, pois ele que possibilita o equilíbrio entre as três dimensões de conteúdo (conceitual, procedimental e atitudinal) realçado por autores como Zabala (1998), Coll e

colaboradores (1994) e Simonneaux (2014). Além disso, deixar explícito os objetivos de aprendizagem permitem delinear os métodos para alcançá-los, bem como avaliar a promoção de aprendizagem dos estudantes; processo que, como discutido, possibilita a reformulação da proposta didática para melhor perseguir os objetivos CPA previamente planejados ou para buscar novos objetivos que se mostrem mais adequados ao contexto de ensino ao qual a proposta se destina.

3 METODOLOGIA

De modo a atingir os objetivos desta pesquisa, optamos por uma abordagem qualitativa. Creswell (2007) defende que a pesquisa qualitativa não é estritamente pré-configurada, os temas tendem a surgir a partir da observação dos dados, e o comportamento dos participantes é um dos principais elementos da coleta de dados. Pesquisas qualitativas são interpretativas, ou seja, os pesquisadores buscam interpretar os dados coletados identificando padrões e significados subjacentes.

A interpretação é influenciada pela lente pessoal do pesquisador, os resultados dependem de como esse indivíduo está situado em um contexto sociopolítico e histórico particular. Outra característica é a análise mais ampla dos fenômenos, uma vez que nessa abordagem são valorizadas complexidade e narrativas mais abrangentes do contexto.

A pesquisa proposta neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) pode ser caracterizada como uma pesquisa qualitativa, pois buscamos analisar os dados a partir de uma interpretação profunda e contextualizada de como foi o desenvolvimento de uma SD centrada em uma QSC no contexto das aulas remotas de Ciências. Além disso, analisamos de maneira ampla os momentos de interações entre os participantes (estudantes, professora e pesquisadora), bem como as reflexões desses participantes sobre a problemática e os recursos didáticos utilizados pela professora.

Assim, considerando que uma pesquisa de natureza qualitativa precisa ser caracterizada com relação ao contexto no qual se desenvolve, seus atores e instrumentos, nesta seção, apresentamos o contexto de produção de uma Sequência Didática (SD) que se deu em um Curso de Formação Continuada de Professores de Ciências. Em seguida, caracterizamos a SD, fornecendo informações sobre a escolha do tema “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce”, o nível educacional ao qual ela se destina, o número de aulas planejados para o seu desenvolvimento e a descrição de cada uma dessas aulas de acordo com o planejamento das professoras elaboradoras da proposta. Posteriormente, caracterizamos o contexto em que a SD foi desenvolvida e as ações gerais da professora no desenvolvimento da proposta. Ainda nesta seção, apresentamos as metodologias utilizada na coleta e na análise de dados.

3.1 O contexto de produção da Sequência Didática (SD) e suas elaboradoras

A produção da SD, cujo desenvolvimento é analisado no presente trabalho, se deu no contexto de um Projeto de Extensão da Universidade Federal de Ouro Preto

(UFOP) intitulado “Questões Sociocientíficas na Formação Continuada de Professores de Ciências”, submetido e aprovado em 2021 pela Pró-reitoria de Extensão e Cultura (PROEX) da UFOP, o qual era parte de um projeto de pesquisa mais amplo, intitulado “Os saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC)”³. Inicialmente, o projeto foi idealizado para acontecer no ano de 2020, na mesma instituição, de forma presencial. No entanto, devida a pandemia do covid-19⁴, o projeto foi suspenso e teve a sua versão adaptada, retornando em 2021 de forma remota.

O projeto de extensão tinha como objetivo promover a mobilização, articulação e a transformação de saberes dos professores de Ciências da Educação Básica por meio de um curso de formação continuada, centrado na abordagem educacional de QSC. O curso foi desenvolvido pela equipe do Projeto de Extensão, que era composta por quatro bolsistas da graduação do curso de Química Licenciatura, três doutorandas em Educação e uma professora responsável.

De acordo com o cronograma do curso (vide Anexo 1), os objetivos eram explorar os princípios teóricos e práticos do uso de QSC na Educação Básica em Ciências, bem como incentivar os professores a criar, desenvolver e compartilhar SD baseadas em QSC. Para alcançar esses objetivos, o curso utilizou uma metodologia que envolveu: (i) discussões do referencial teórico sobre QSC; (ii) produção de SD voltadas para o ensino de Ciências; (iii) desenvolvimento das SD nas escolas ou de forma on-line pelos professores e apresentação das SD no curso de formação; e, por fim, (iv) compartilhamento e análise crítica das experiências de elaboração e desenvolvimento das SD em um grupo colaborativo⁵.

O curso, inicialmente, era composto por 12 professores de Ciências, que atuavam na rede pública e privada de ensino (exceto uma professora, que não estava atuando como docente no período em que o curso foi promovido). Ao longo do curso, o número de

³ Esse projeto de pesquisa foi aprovado em abril de 2021 pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP), sob o número do parecer CAAE: 43870621.0.0000.5150.

⁴ A covid-19 é uma infecção respiratória causada pelo vírus SARS-CoV-2, identificada pela primeira vez em dezembro de 2019 em Wuhan na China. O surto da doença foi declarado em março de 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como pandemia (quando uma doença se espalha por uma grande área geográfica).

⁵ Um grupo colaborativo remete à noção de comunidade, a qual denota grupos de pessoas, envolvidas em determinados tipos de trabalho ou atividade, ligados por um propósito comum. Nessa perspectiva, os membros da comunidade, em geral, trocam significados e ideias sobre o empreendimento em que estão engajados (Crecci; Fiorentini, 2013, 2013). O grupo colaborativo em questão se trata de toda a equipe do curso de formação continuada: professores em formação, estudantes de pós-graduação (pesquisadoras), estudantes de graduação e a professora formadora.

integrantes passou para 9 (nove)⁶ e se manteve até o final. Desses, 8 (oito) eram mulheres e 1 (um), homem.

Os encontros aconteceram de maneira virtual, pela plataforma do *Google Meet*, quinzenalmente, às terças-feiras, das 18h às 20h, durante oito meses no ano de 2021. Para alcançar os objetivos propostos, a equipe do curso de formação continuada considerou importante contemplar discussões teóricas sobre QSC e atividades que favoreciam a interação dos participantes em torno da prática pedagógica. Sendo assim, o curso foi dividido em oito atividades principais.

A primeira atividade consistiu na apresentação dos participantes do curso e os integrantes da equipe. Neste primeiro momento, a equipe esclareceu sobre as pesquisas realizadas, além de apresentar o cronograma do curso e contextualizar sobre o grupo colaborativo no ensino de Ciências.

A segunda atividade consistiu na discussão dos pressupostos teóricos relacionados à formação para cidadania e os objetivos do Ensino de Ciências. Nesta atividade, os professores discutiram sobre Educação CTSA e as dimensões dos conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) no ensino de Ciências.

A terceira atividade consistiu na realização de 2 (duas) palestras do especialista, professor Dr. Nei de Freitas Nunes-Neto. Ao longo das palestras, o professor Nei expôs exemplos de problemáticas socioambientais atuais e relevantes. Além disso, ele explicou a importância de promover aprendizagem CPA no ensino de Ciências e de fomentar discussões que mobilizem os valores éticos, morais e as virtudes dos estudantes.

Na quarta atividade os professores foram solicitados a vivenciar um recorte de uma SD com o tema “Consumo de Animais”, elaborado por Vargas *et al.* (2023). Para tal, os professores foram divididos em 4 (quatro) grupos, cada um composto por 3 (três) professores. Nessa etapa, para auxiliar os professores e promover discussões ao longo da QSC, a equipe do curso se dividiu de maneira que cada grupo fosse composto, pelo menos, por uma doutoranda e um aluno bolsista de extensão (estudantes do curso de Química licenciatura).

Na quinta atividade os professores foram solicitados a expor suas impressões sobre a QSC vivenciada e suas reflexões sobre o desenvolvimento de propostas dessa natureza no ensino de Ciências.

⁶ Um professor iniciou sua participação no curso posteriormente por indicação de outra professora participante, mas desistiu antes de seu fim por incompatibilidade de horários, assim como mais dois professores. Além disso, outra professora desistiu porque entrou de licença maternidade.

Na sexta atividade, a equipe do curso de formação continuada orientou os professores sobre elementos necessários para a elaboração de uma SD envolvendo uma QSC. Para isso, eles utilizaram como base a “estrutura de três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos CPA de aprendizagem)” proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018) - (vide Figura 2).

A sétima atividade consistiu na elaboração de SD envolvendo QSC e seu desenvolvimento em suas salas de aula de Ciências. Para essa atividade, os professores foram divididos em três grupos⁷.

Na oitava atividade os professores foram solicitados a apresentarem a SD elaborada e se envolveram em um processo de reflexão crítica entre os pares em um encontro com todos os professores participantes do curso de formação

Por fim, a última atividade consistiu em discussões de dois contextos diferentes: (i) professores que desenvolveram a SD em sala de aula de maneira on-line ou presencial; e, (ii) professores que, por alguma restrição, apenas apresentaram a SD no curso de formação continuada para os pares. Os professores que conseguiram desenvolver a SD, foram solicitados a expor suas experiências para os pares, relatando suas impressões, os desafios enfrentados e as possibilidades de alterações que eles refletiram a partir do desenvolvimento das propostas em suas salas de aula. Estes professores apresentaram a SD para todos os integrantes do curso, relataram suas experiências na elaboração e o que haviam planejado, de modo que todos contribuíssem com sugestões e críticas para o aprimoramento da proposta didática.

Neste trabalho, realizamos nosso estudo a partir da SD elaborada por um desses grupos, caracterizada na seção a seguir. Essa foi a única SD elaborada pelos professores integrantes do curso de formação continuada que foi desenvolvida em sua integralidade, dada as restrições impostas pela pandemia ao retorno das atividades em sala de aula.

O grupo era composto por três professoras, as quais foram designadas como professoras Eugênia, Adélia e Tânia, de modo a proteger suas identidades. A professora Eugênia, que foi responsável por ministrar as aulas analisadas nesta pesquisa, é graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas, possui mestrado em Engenharia Ambiental e atuava há 16 anos como docente no Ensino Básico, na época em que o curso aconteceu. A professora Adélia é graduada em Física Licenciatura, possui Mestrado também na área

⁷ Para as primeiras atividades, os professores foram divididos em 4 (quatro) grupos. Mas, por motivos pessoais, alguns professores saíram do curso de formação continuada. Sendo assim, a equipe do curso fez uma redistribuição de membros em 3 (três) grupos.

da Física e fez pós-graduação em Tecnologias da Educação e atuava há 12 anos como docente no Ensino Básico, naquele período. A professora Tânia possui graduação em Química Licenciatura e não estava atuando como professora na época do desenvolvimento da SD, quando o curso foi promovido.

As professoras elaboraram uma SD com o tema “Consequências do Rompimento da Barragem de Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce”. Durante o momento de discussão da escolha do tema da QSC, as professoras integrantes do grupo relataram que, por ser um problema real que aconteceu na região em que os estudantes viviam, este poderia despertar o seu interesse e possibilitar discussões sobre a utilização e a contaminação da água na região, incluindo suas próprias casas.

3.2 Caracterização da Sequência Didática

A SD foi planejada para um total de 5 (cinco) aulas de 50 minutos, adequada para os níveis educacionais do 8º e 9º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais, bem como para o 2º ano do Ensino Médio (vide Anexo 2). A SD busca mobilizar diferentes áreas do conhecimento da Biologia, Física, Química e Economia.

As autoras visaram a discussão e reflexão sobre os impactos gerados pelos rejeitos da lama tóxica, espalhada em Bento Rodrigues (Mariana - Minas Gerais), após o rompimento da barragem⁸. Para isso, foram elaboradas 19 questões norteadoras (QN) para guiar as discussões por aspectos específicos do tema e caracterizadas, de forma explícita, 26 objetivos de aprendizagem nas três dimensões CPA (Conceitual, Procedimental e Atitudinal).

A primeira aula, conta com um texto, elaborado pelas próprias professoras, cujo título é: “A importância da água, suas características físico-química e poluentes”. Além dele, encontram-se duas tirinhas que tratam da poluição das águas e da sua representação química. Para guiar a discussão, as professoras elaboraram 5 (cinco) QN associadas a objetivos como, por exemplo: o de promover reflexões sobre a importância da água e sobre as condições de seu consumo; e, de se trabalhar conceitos relacionados aos seus estados físicos.

⁸ No dia 5 de novembro de 2015 aconteceu o rompimento da Barragem de Fundão, situada no Complexo Industrial de Germano, no Município de Mariana (Minas Gerais). Com o rompimento da barragem, grande parte do subdistrito de Bento Rodrigues ficou soterrada. Esse desastre ambiental matou 19 pessoas. Além disso, a lama de rejeitos atingiu córregos, calhas e rios, atingindo várias comunidades rurais e municípios mineiros, como Barra Longa. A onda de rejeitos alcançou o rio Doce, deslocando-se pelo seu leito até desaguar no Oceano Atlântico.

Na segunda aula, inicialmente, é proposta uma recapitulação da discussão da aula anterior e a rerepresentação das tirinhas. Em seguida, é proposta a criação de um microscópio caseiro para que os alunos consigam observar duas amostras de água, uma tratada e outra não. Para isso, propõem 6 (seis) QN para auxiliar os alunos a identificar os tipos de microrganismos patogênicos mais comumente encontrados na água (protozoários e amebas).

A terceira aula se inicia com um caso envolvendo a QSC sobre o rompimento da Barragem do Fundão, de rejeitos de mineração. O caso conta a história de um senhor morador do município de Barra Longa (Minas Gerais) que tinha sua maior fonte de renda advinda da pesca e agricultura. Após o rompimento da Barragem do Fundão em Mariana (Minas Gerais) a água do rio ficou contaminada por rejeitos, prejudicando assim a fonte de renda do Sr. Joaquim, que, atualmente, é sustentado pela Fundação responsável pelo desastre ocorrido em 2015. Para esse momento, 6 (seis) questões norteadoras foram elaboradas a fim de auxiliar os estudantes a responderem as duas questões-problema: (i) o que a contaminação da água e do solo pode causar na saúde da população a longo prazo?; e, (ii) além dos impactos na saúde humana, quais outros impactos o rompimento da barragem pode causar para a população?

Na quarta aula, as autoras propõem que sejam apresentados aos estudantes vídeos e reportagens sobre a contaminação de metais pesados na região do desastre, após o rompimento da Barragem do Fundão. Para orientar a discussão sobre a problemática, foram elaboradas 2 (duas) QN com os objetivos de promover entendimentos sobre o que são metais pesados e sobre suas consequências para a saúde dos seres vivos.

Na quinta e última aula, as autoras sugerem que dois momentos sejam promovidos: o primeiro se refere à retomada do caso do Sr. Joaquim, para auxiliar os estudantes a discutirem e se posicionarem frente à problemática socioambiental; e o segundo, à confecção de cartazes pelos alunos organizados em grupos, para a construção de uma linha do tempo e a manifestação de seus entendimentos e posições associados e fundamentados nas discussões referentes a diferentes aspectos (ambientais, econômicos, sociais e relacionados à saúde) que ocorreram durante a vivência da SD.

3.3 O contexto de desenvolvimento da SD

O desenvolvimento da SD se deu no ano de 2021 de forma remota por meio do *Google Meet*, devido à pandemia da covid-19. A professora Eugênia, foi a única do grupo que teve oportunidade de desenvolver a SD em sala de aula, visto que a professora Adélia

estava com o calendário reduzido por causa da pandemia e a professora Tânia não estava atuando como docente na época do curso.

O desenvolvimento da SD aconteceu de forma remota, no contraturno escolar, pelo fato de os horários de aula da professora Eugênia que também se encontrarem reduzidos naquele contexto. Durante o desenvolvimento da SD, as demais professoras, Adélia e Tânia, não estavam presentes nas aulas.

A professora Eugênia convidou os estudantes das 3 (três) turmas de 8º ano e das 3 (três) turmas de 9º ano para vivenciarem uma atividade envolvendo uma QSC. Cada turma contava com uma média de 30 estudantes. Entretanto, principalmente por falta de acesso à internet em suas casas, aproximadamente 30 estudantes compareceram às aulas da SD.

As 3 (três) primeiras aulas foram ministradas em uma terça-feira das 14h às 16h30min e as outras 2 (duas) em uma quinta-feira também no mesmo horário. A professora conseguiu desenvolver todas as atividades em 5 (cinco) aulas, conforme o planejamento.

Durante as aulas de desenvolvimento da SD, a professora não solicitava aos alunos que ficassem com as câmeras ligadas, na maior parte do tempo elas foram mantidas desligadas. Entretanto, quando pretendiam se manifestar sobre a problemática alguns estudantes ligavam as câmeras espontaneamente.

Na primeira aula, antes de apresentar os textos propostos na SD, a professora brevemente, introduziu o tema “qualidade da água e sua importância”. Com o objetivo de discutir com os estudantes sobre a importância da água para os seres vivos e a poluição como um problema, ela utilizou uma apresentação de slides com imagens, textos, tirinhas e perguntas. Uma das questões utilizadas pela professora foi “Como é a água da sua casa?”, a qual ela direcionou para alguns estudantes e um deles abriu sua câmera para mostrar a água utilizada em sua casa, que tem origem em mina.

Na segunda aula a professora apresentou um vídeo⁹ do canal Manual do Mundo no *YouTube* para mostrar um experimento que permite observar microrganismos na água utilizando uma seringa e um laser. Nesta aula, ela seguiu o mesmo modelo de apresentação de slides para discutir com os estudantes sobre tipos de poluição e tratamento da água.

⁹ Link para o vídeo do Manual do Mundo: <https://www.youtube.com/watch?v=7HAdiWkltvA>

Na terceira aula, ela apresentou o caso envolvendo uma problemática com personagens fictícios, que foi criado por ela e pelas outras professoras, durante uma das etapas do curso de formação continuada. O caso foi baseado em situações reais de pessoas que foram afetadas pelo rompimento de barragens. Nesse sentido, ela buscou instigar a reflexão dos estudantes sobre as consequências dos rompimentos com perguntas como: “Por que a pesca e a agricultura deixaram de ser a fonte de renda do Sr. Joaquim e de seus vizinhos?”

Na quarta aula, a professora fez uma breve recapitulação das 3 (três) primeiras aulas. Em seguida, com o auxílio das QN, a professora buscou discutir com os estudantes sobre a poluição causada pelos metais pesados.

Na última aula, a professora fez uma recapitulação sobre o caso e dividiu a turma em 3 (três) grupos de 4 (quatro) ou 3 (três) estudantes por grupo, por meio da criação de outras salas virtuais via *Google Meet*, que também foram gravadas. Nas salas de aula virtuais, os estudantes confeccionaram cartazes criando uma linha do tempo em que constassem diferentes aspectos a partir dos quais os efeitos dos rejeitos da barragem pudessem ser analisados, como por exemplo: ambientais e econômicos. Para auxiliar os grupos nesta atividade, cada sala tinha uma doutoranda integrante da equipe do curso de formação continuada.

Além dos grupos que foram formados pela plataforma do *Google Meet*, também existia um grupo de *WhatsApp*, onde os alunos enviavam imagens elaboradas por eles de seus cartazes. Após a confecção dos cartazes, todos os grupos apresentaram o conteúdo dos seus cartazes.

3.4 Metodologia de Coleta de dados

As aulas ministradas pela professora Eugênia da SD, assim como os momentos de discussão em grupos separados, foram gravadas a partir da ferramenta de gravação do *Google Meet*. As gravações foram armazenadas no *drive* da plataforma e em um HD externo, aos quais toda a equipe do curso de formação continuada tinha o acesso.

Na época do desenvolvimento da SD, a escola estava no contexto de ensino híbrido¹⁰. Assim, para os responsáveis pelos alunos terem acesso e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (vide anexo 3), a professora Eugênia entregou uma cópia impressa para os estudantes que estavam frequentando

¹⁰ Devido à pandemia de Covid-19, a escola retomou parcialmente as suas atividades. Algumas dessas atividades eram realizadas presencialmente e outras, de maneira remota, incluindo as aulas de Ciências.

presencialmente a escola. A partir do TCLE, os estudantes e seus responsáveis puderam compreender os objetivos da pesquisa, os procedimentos envolvidos, seus direitos como voluntários e a garantia de confidencialidade das informações compartilhadas. Todos os alunos que participaram das aulas de desenvolvimento da SD estavam cientes da pesquisa e concordaram com sua participação voluntária.

Para o registro das atividades realizadas ao longo da SD, os estudantes enviavam fotografias de suas atividades escritas via um grupo de *WhatsApp*. As fotografias não foram utilizadas ao longo da SD, mas todo seu conteúdo foi expresso oralmente durante a SD. O grupo era composto por todos os estudantes das turmas do 8º e 9º ano (cerca de 60, dos quais 15 estavam presentes no desenvolvimento das primeiras 3 aulas da SD e 12 nas duas últimas), pela professora Eugênia e por uma das doutorandas. As imagens foram projetadas com a ferramenta de transmissão de tela do *Google Meet* no final da última aula da SD.

3.5 Metodologia de Análise de Dados

Para a análise dos dados, primeiramente, realizamos uma leitura da SD elaborada pelas professoras participantes do curso de formação continuada. Nessa leitura, buscamos ter a ciência de quais foram os objetivos de aprendizagem CPA planejados e como esses objetivos se relacionam com as QN propostas na QSC.

No segundo momento, assistimos as gravações das aulas ministradas pela professora com o intuito de identificar os momentos em que haviam indícios da promoção de objetivos de aprendizagem naquele ambiente por meio das interações que os estudantes estabeleciam com a professora e entre si. Para identificar esses momentos, criamos alguns critérios a partir dos dados coletados e da literatura da área, os quais são explicitados no quadro a seguir:

Quadro 2 - Critérios para identificação de indícios de que um objetivo de aprendizagem foi promovido.

Dimensão	Critérios
Conceitual	<ul style="list-style-type: none"> ● Usar conceitos em uma explicação; ● Citar exemplos; ● Fazer generalizações; ● Fundamentar um ponto de vista a partir de um conceito
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> ● Argumentar; ● Trazer suas pesquisas para a fundamentação ou para a problematização;

	<ul style="list-style-type: none"> ● Fazer comparações; ● Fazer observações; ● Coletar dados; ● Manipular instrumentos;
Atitudinal	<ul style="list-style-type: none"> ● Problematizar e/ou trazer reflexões sobre os aspectos filosóficos, éticos, sociais, econômicos da problemática; ● Posicionar-se; ● Propor ações que podem resolver a questão; ● Agir em prol da erradicação do problema.

Fonte: Elaboração das autoras.

Esses critérios dizem respeito a habilidades e ações que podem evidenciar que objetivos de aprendizagem em cada uma das três dimensões do conteúdo estão sendo promovidos. Nesse sentido, a promoção de ocasiões para o uso de noções do campo científico pode demonstrar que objetivos na *Dimensão Conceitual* estão sendo perseguidos pela professora e/ou pelos estudantes. A promoção de ocasiões para uso de instrumentos, técnicas e métodos pode demonstrar que objetivos na *Dimensão Procedimental* estão sendo almeçados pela professora e/ou pelos estudantes. Já a promoção de ocasiões para a reflexão e posicionamento sobre um determinado tema complexo e controverso nos dão indícios de que objetivos relacionados à *Dimensão Atitudinal* estão no alvo do grupo.

Com intuito de delinear com clareza todos os objetivos planejados pelas professoras para a SD analisada, elaboramos um quadro de referência. Neste quadro (quadro 3), agrupamos os objetivos por suas dimensões correspondentes, utilizando o mesmo esquema de cores adotado no quadro 2. Registramos também os códigos de identificação associados, os quais foram estabelecidos pelas professoras elaboradoras.

Quadro 3 - Objetivos planejados para a SD “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce”

Dimensão	Objetivos planejados
Conceitual	<ul style="list-style-type: none"> ● (C1) Compreensão que o planeta Terra é composto por mais água do que terra; ● (C2) Entender que a água pode mudar o estado físico de acordo com a temperatura; ● (C3) Compreender a fórmula química e estrutural da água; ● (C4) Compreender os processos de tratamento da água;

	<ul style="list-style-type: none"> ● (C5) Entender que a poluição acontece de várias maneiras, como por elementos químicos e descarte incorreto de resíduos; ● (C6) Compreender quais os elementos químicos são considerados de risco para peixes e plantas; ● (C7) Entender quais os problemas de saúde podemos ter ao ingerir água contaminada com esses elementos químicos; ● (C8) Entender os elementos químicos que são considerados metais pesados que causam risco à saúde humana;
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> ● (P1) Identificar fontes de poluição na comunidade e/ou na cidade em que vive; ● (P2) Identificar as fontes de poluição nas residências; ● (P3) Observar a presença de protozoários, impurezas e amebas na água; ● (P4) Identificar os tipos de poluentes encontrados na água; ● (P5) Identificar os riscos da presença dos compostos químicos em peixes e na agricultura; ● (P6) Identificar quais os problemas de saúde que podemos ter se ingerir esses compostos químicos tóxicos por meio de alimentos e água; ● (P7) Identificar as doenças causadas pela ingestão desses compostos químicos.
Atitudinal	<ul style="list-style-type: none"> ● (A1) Refletir que nem toda água presente no planeta é própria para consumo; ● (A2) Refletir sobre a importância de se preservar fontes de água doce; ● (A3) Agir em prol da diminuição da poluição dos rios e córregos na comunidade que os alunos estão inseridos; ● (A4) Valorar a qualidade da água fornecida; ● (A5) Avaliar a importância de tratar a água antes do consumo; ● (A6) Conscientizar os estudantes sobre a importância da preservação das águas dos leitos dos rios; ● (A7) Refletir que a poluição acontece de várias maneiras, como por elementos químicos, matéria orgânicos e descarte incorreto de resíduos;

	<ul style="list-style-type: none"> ● (A8) Refletir sobre a dependência econômica das pessoas ribeirinhas; ● (A9) Refletir sobre o impacto da contaminação dos rios na vida das pessoas; ● (A10) Refletir sobre os impactos da mineração nas áreas ambiental, social, saúde e econômica; ● (A11) Avaliar a utilização da água e do solo da região afetada para uso atual e futuro
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaboração das autoras.

Para mapear os objetivos promovidos, criamos dois quadros. Em um deles (quadro 5) listamos todos os objetivos que foram planejados pelas professoras com seus códigos, o tempo do vídeo associado ao(s) momento(s) em que tal objetivo foi promovido¹¹ e a descrição geral desse momento, além de algumas observações que julgamos importante para análise.

Para listar os objetivos de aprendizagem promovidos, que não foram planejados pelas professoras na SD, elaboramos um novo quadro (quadro 6) que também seguiu a mesma estruturação do quadro 5. A necessidade de criar esse quadro, surgiu, após a análise dos dados, a partir da qual identificamos que alguns dos objetivos promovidos durante as aulas não constavam na proposta didática.

Optamos por analisar minuciosamente a promoção de um dos objetivos de aprendizagem atitudinal, o qual buscava fomentar reflexões sobre os impactos do rompimento da barragem considerando-se diferentes aspectos: ambientais, sociais, econômicos e relacionados à saúde (A10). No ensino de Ciências, objetivos na dimensão atitudinal são comumente negligenciados ou, na melhor das hipóteses, tratados de maneira superficial (Lima, 2019). Por isso, fomos motivadas a analisar a promoção de um objetivo dessa dimensão.

Optamos em analisar o objetivo A10 porque ele foi promovido em vários momentos ao longo da SD e percebemos o engajamento por parte dos estudantes para a sua concretização. Apesar da complexidade e amplitude desse objetivo de aprendizagem, consideramos que esses momentos nos fornecem bons indícios da sua promoção naquele contexto. Considerando-se a contribuição de objetivos dessa dimensão para a formação

¹¹ Em alguns momentos, mesmo que planejado, não conseguimos identificar a promoção de alguns objetivos de aprendizagem no desenvolvimento da SD. Quando isso aconteceu, optamos por listar o objetivo no quadro, mas deixar em branco as células relacionadas ao momento da promoção identificado no vídeo e à descrição desse momento.

de cidadãos críticos e responsáveis, entendemos que a análise de como um objetivo na dimensão atitudinal foi promovido em uma situação de ensino como a que compõe os nossos dados pode contribuir para que professores e formuladores de currículos se atentem para eles e para a sua relevância no ensino de Ciências (Conrado; Nunes Neto, 2018; Hodson 2014; Lima 2019; Simonneaux, 2013;).

O objetivo de aprendizagem atitudinal A10 foi promovido em seis momentos diferentes e para analisar cada um desses momentos, realizamos uma transcrição na íntegra das falas dos estudantes e da professora. Para isso, adotamos os sinais e regras de transcrição estabelecidos por Carvalho (2006) e representados no quadro a seguir:

Quadro 4 - Sinais utilizados na transcrição dos momentos e seus significados

Sinais	Significado
...	As reticências devem ser empregadas para sinalizar qualquer tipo de pausa e substitui qualquer pontuação típica da língua escrita, exceto a interrogação;
()	Os parênteses devem ser usados para adicionar hipóteses do que se ouviu;
(())	Os parênteses duplos devem ser usados para o caso de inserção de comentários do pesquisador;
::	Esse sinal indica prolongamento de vogal ou consoante. Por exemplo “Ué::”
/	Esse sinal deve ser usado para indicar o truncamento de palavras. Por exemplo “pro/ procedimento”;
-	O hífen é usado para silabação. Por exemplo “di-la-ta-ção”;
—	Esse sinal é usado para inserção de comentário. Por exemplo “as partículas do arame — que é um sólido — se afastam”;
	As letras maiúsculas são usadas para entonação enfática;
[]	Os colchetes, juntamente com deslocamento, são utilizados no caso de falas simultâneas;
	Para representar a utilização de diversas linguagens, por exemplo, oral e gestual, se altera a formatação, empregando letras em negrito , <i>itálico</i> e <u>sublinhadas</u> .

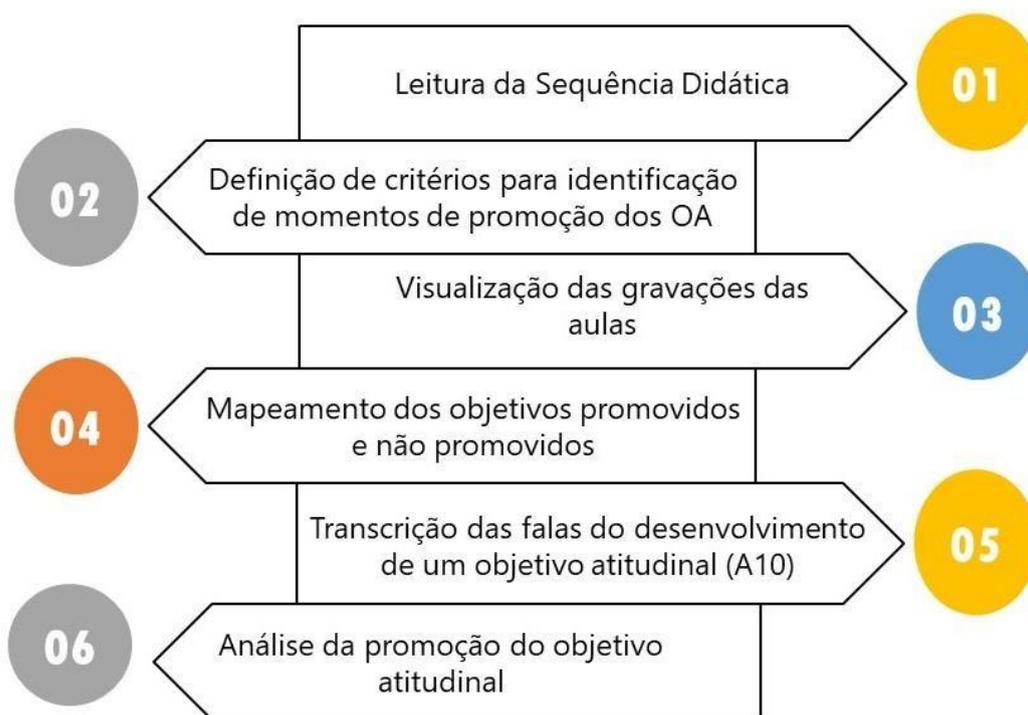
Fonte: adaptado de Carvalho (2006)

Para as descrições de todos os objetivos e transcrições dos momentos observados, adotamos nomes fictícios para todos os participantes, o que inclui os estudantes, a professora e as doutorandas, de modo a proteger suas identidades.

A partir da transcrição na íntegra do objetivo atitudinal A10, realizamos uma análise interpretativa considerando os principais aspectos dessa dimensão (normas, valores e atitudes) e aqueles que viabilizaram a sua promoção no ensino, buscando estabelecer um diálogo com a literatura da área. Esse processo de análise dos dados foi sustentado pelas interações discursivas estabelecidas entre os estudantes e destes com a professora e a pesquisadora, pelos recursos didáticos usados por esta e pelos artefatos produzidos pelos estudantes em diferentes momentos. Isso nos permitiu uma compreensão mais abrangente de como se deu a promoção do objetivo A10.

Para melhor visualização da metodologia de análise da nossa pesquisa, criamos o infográfico (Fig. 3) que representa o caminho metodológico percorrido.

Figura 3 - Metodologia de Análise



Fonte: Elaboração das autoras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o propósito de elucidar de forma geral sobre todos os objetivos de aprendizagem planejados e promovidos na SD analisada, na seção 4.1 construímos dois quadros (5 e 6) nos quais esses objetivos são identificados e descritos, em seguida discutimos, em diálogo com a literatura, seus aspectos e os recursos utilizados para a promoção desses objetivos. Para uma análise mais minuciosa de um objetivo de aprendizagem atitudinal, na seção 4.2 transcrevemos na íntegra todos os momentos de promoção do objetivo A10 e o dissecamos de forma aprofundada em consonância com da literatura.

4.1 Objetivos CPA promovidos e recursos didáticos

Os quadros 5 e 6 apresentados a seguir, fornecem um panorama geral de como os objetivos de aprendizagem CPA foram promovidos e quais foram os recursos utilizados pela professora durante o desenvolvimento da SD. O quadro 5 diz respeito aos objetivos de aprendizagem que foram planejados inicialmente pelas professoras na elaboração da SD, o momento de promoção, uma breve descrição e as nossas observações de como se deu a promoção desse objetivo ou se não observamos tal promoção. O quadro 6 diz respeito a um objetivo de aprendizagem que não foi planejado, mas que identificamos a partir da nossa análise, bem como uma breve descrição do momento da promoção e nossas observações.

Quadro 5 - Objetivos de aprendizagem planejados e promovidos e não promovidos no desenvolvimento da SD “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce” na sala de aula da professora Eugênia

Objetivos CPA planejados	Objetivos CPA Promovidos	Breve descrição do momento	Observações
(C1) Compreensão que o planeta Terra é composto por mais água do que terra.	(C1) 00:05:50 à 00:06:02 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).mp4	A professora utilizou slides e oralmente, fez a seguinte pergunta para os estudantes: “ <i>Nosso planeta é chamado de planeta Terra, mas sabia que poderia ser chamado de planeta água?</i> ”. Após a pergunta, o estudante Alan respondeu: “ <i>Sim, porque 70% dele é composto de água.</i> ”.	O estudante Alan respondeu à questão de forma cientificamente aceita, o que é indicativo de compreensão conceitual. A maneira como foi respondida pelo estudante, bem como o momento da aula (o tema não havia sido apresentado para a turma anteriormente) sugere que este estudante já tinha um conhecimento prévio sobre o assunto “Composição do Planeta Terra”.
(A2) Refletir sobre a importância de se preservar fontes de água doce.	(A2) 00:12:40 a 00:13:00 (A2a) 00:26:54 a 00:27:17 (A2b) 00:30:40 a 00:32:07 (A2c) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).	No momento A2a, para discutir sobre a importância da água, a professora apresentou slides sobre a porcentagem de água no corpo dos seres vivos. Alguns estudantes ligaram os microfones para manifestarem sobre as proporções e a importância da água para os seres vivos. O estudante Alan disse: “ <i>as plantas precisam de água para crescer</i> ”. No momento A2b, a professora perguntou sobre a possibilidade de escassez da água para o consumo e o estudante Murilo fez uma piada: “ <i>vai ter até tráfico de água (...) ir lá na geleira, derreter com secador e vender no Mercado Livre</i> ”. No momento A2c a professora apresentou uma charge da Turma da Mônica sobre	No momento A2a, foi possível observar que os estudantes compreenderam e refletiram sobre a importância da água para os seres vivos, ao manifestarem e discutirem sobre a dependência que os seres vivos têm da água. No momento A2b, a piada do estudante Murilo demonstrou entendimento sobre a água doce ser a água própria para o consumo. No momento A2c, Murilo manifestou reflexões sobre a relação entre a poluição que vem acontecendo e a possibilidade de escassez de água para o consumo e o que imaginam como o retrato para o futuro.

		poluição e pediu para que os estudantes explicassem e relacionassem com a questão sobre a possibilidade de escassez de água para o consumo. O estudante Murilo novamente abriu o microfone para manifestar suas reflexões, fazendo o seguinte comentário: “ <i>vamos morrer de sede</i> ”;	
(C2) Entender que a água pode mudar o estado físico de acordo com a temperatura.	(C2) 00:22:43 a 00:22:48 (C2a) 00:24:50 a 00:25:57 (C2b) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).	No momento C2a, a professora perguntou aos estudantes se eles haviam ouvido falar sobre os estados físicos da água e o estudante Alan respondeu: “ <i>sólido, líquido e gasoso</i> ”. No momento seguinte (C2b), para representar, no nível submicroscópico, a ocorrência dos fenômenos de mudança de estado físico da matéria [o seu foco estava na água], a professora utilizou slides e uma simulação no site <i>PhET¹² Interactive Simulations</i> . Enquanto mostrava a representação, ela discutia com os estudantes o que estava acontecendo e os pedia para eles descreverem o entendimento do que eles estavam observando. Naquele momento, o Alan abriu o microfone para discutir sobre o grau de agregação das moléculas e o estado físico correspondente ele disse: “ <i>elas vão se desagregar</i> ”.	Foi possível observar que o estudante Alan demonstrou conhecimento prévio sobre os estados físicos da matéria ao responder sem hesitar e sem discussão prévia sobre quais são os estados físicos. No que se refere às explicações no nível submicroscópico, pareceu ter elaborado novos entendimentos a partir da SD, isso porque a professora estava demonstrando o fenômeno a partir do site e explicando simultaneamente sobre o grau de agregação das moléculas, e o estudante, a partir disso, fez uma previsão do que aconteceria a nível submicroscópico durante o aquecimento.

¹² O PhET Interactive Simulations é um projeto educacional sem fins lucrativos, que foi fundado em 2002 por Carl Wieman, laureado com o Prêmio Nobel de Física em 2001. O PhET destaca-se por criar e disponibilizar recursos educacionais interativos, conhecidos como “explorable explanations” com simulações que visam aprimorar o ensino e aprendizagem das Ciências.

<p>(A1) Refletir que nem toda água presente no planeta é própria para consumo.</p>	<p>(A1) 00:26:54 a 00:28:38 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).mp4</p>	<p>Com o auxílio dos slides, a professora discutiu a importância e os usos da água, promovendo reflexões sobre a possibilidade de a humanidade ficar sem água para o consumo. Neste momento, ela questionou todos os estudantes presentes, às vezes, chamando-os pelo nome, sobre a possibilidade de escassez da água potável. O estudante Murilo ligou seu microfone para responder sobre suas suposições: <i>“acho que daqui uns 50 anos 100 anos sim, professora, vai ter até tráfico de água... ir lá na geleira e derreter com secador e vender no Mercado Livre”</i>. A professora chamou o estudante Gilberto pelo nome e perguntou se existe o risco de ficarmos sem água, assim, ele ligou o microfone e disse: <i>“Potável sim”</i>, em seguida mencionou a poluição como fator que contribui para esse cenário.</p>	<p>As falas dos estudantes Murilo e Gilberto sobre o risco de a população ficar sem água no futuro, demonstra o entendimento de que a abundância da água no planeta não exclui a possibilidade de escassez da água potável, ao notar que consumimos água doce (vista a menção sobre as geleiras) e a poluição ser um fator que impossibilita o consumo viável.</p>
<p>(A3) Agir em prol da diminuição da poluição dos rios e córregos na comunidade que os alunos estão inseridos.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>O objetivo de aprendizagem foi planejado para a primeira aula da SD, no momento em que a professora envolvesse os estudantes em discussões sobre porcentagem de água própria para o consumo humano. Entretanto, como o objetivo atitudinal se refere a uma ação sociopolítica por parte dos estudantes, não foi possível observar ao longo do desenvolvido da SD que este objetivo foi alcançado.</p>

<p>(P1) Identificar fontes de poluição na comunidade e/ou na cidade em que vive.</p>	<p>(P1) 00:30:47 a 00:31:00 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p>	<p>A professora apresentou por meio de slide uma charge da Turma Mônica sobre poluição. Neste momento, os estudantes fizeram um paralelo com os locais poluídos da cidade em que moram. O estudante Alan abriu o microfone e mencionou, “<i>o rio da Barra</i>” como local poluído, de forma semelhante ao da charge. Além disso, o estudante Murilo comentou sobre o local, utilizando uma piada: “<i>vai é encontrar a bota do ladrão que caiu lá outro dia</i>”.</p>	<p>“O rio da Barra”, mencionado pelos estudantes de forma espontânea, se trata do Córrego do Funil, que perpassa por alguns locais do município de Ouro Preto (MG), inclusive no bairro da cidade chamado “Barra”. Os estudantes demonstraram perceber a poluição do córrego ao compará-lo com a lagoa da charge.</p>
<p>(C3) Compreender a fórmula química [molecular] e estrutural da água [estrutura de Lewis].</p>	<p>(C3) 00:32:32 a 00:33:16 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p>	<p>A professora apresentou para a turma uma charge, na qual um homem sedento se arrasta na direção da placa escrita “ÁGUA A 9 KM” ao invés de ir na direção da que dizia “H₂O A 50 M”. Ela pediu para eles explicarem a charge e estudante Murilo disse: “<i>É que tem gente que não sabe que H₂O é água</i>”. O mesmo estudante depois disse achar que as crianças menores também sabem disso, exemplificando com uma fala de seu irmão: “<i>Eu vou ali tomar uma H₂O</i>”.</p>	<p>A compreensão dos estudantes pode ser evidenciada a partir da fala do estudante Murilo, que acredita ser este um conhecimento adquirido desde bem cedo. Quanto à fórmula estrutural, a professora apresentou e explicou para os estudantes, mas não houve manifestação por parte deles que evidenciasse sua compreensão sobre esta. Esse objetivo de aprendizagem, foi parcialmente atingido.</p>
<p>(A4) Valorar a qualidade da água fornecida.</p>	<p>(A4) 00:37:54 a 00:40:58 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p>	<p>A professora perguntou para a turma como é a água de suas casas e alguns estudantes compartilharam informações e observações sobre a qualidade dessa água. Murilo, ao abrir o microfone, comentou que há presença de barro na água de sua casa quando chove. Em seguida, o estudante Lucas abriu a câmera para mostrar a</p>	<p>Os estudantes manifestaram sua valoração a partir das suas observações e das informações que tinham sobre a água da própria casa, julgando ser de boa qualidade ou não.</p>

		transparência da água de sua casa, cuja fonte é de mina. Outros estudantes também abriram seus microfones para avaliar a qualidade da água recebida em suas casas, afirmando não ser de má qualidade.	
(P2) Identificar as fontes de poluição nas residências.	(P2) 00:39:59 a 00:40:08 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).	A professora estava discutindo com os estudantes sobre o tratamento da água na região e a água que chega às casas dos estudantes. No momento da discussão, o estudante Murilo abriu o microfone para compartilhar com os demais sobre o conteúdo de um vídeo que havia visto, no qual a empresa responsável atualmente pelo tratamento de água da cidade “joga” cloro de forma excessiva na água das residências: <i>“Eu estava vendo um vídeo que a Saneouro estava jogando puro cloro na água assim; a água de algumas casas estava saindo até branca”</i> .	Ao destacar a forma como a empresa responsável pelo tratamento de água da cidade em que residem estava vertendo o cloro na água, utilizando expressões, como: <i>“puro cloro”</i> e <i>“saindo até branca”</i> que conferem ênfase ao excesso na percepção do estudante, ele fornece indícios de compreensão de que o excesso de produtos químicos desse tipo na água se trata da possibilidade de poluição, por tornar o consumo inviável (ou, pelo menos, duvidoso).
(C4) Compreender os processos de tratamento da água.	-	-	O objetivo foi planejado para ser promovido na primeira e na segunda aula, especialmente após a explicação sobre os processos de tratamento de água. Mesmo com a explicação da professora dos processos de tratamento de água, não foi possível observar se houve a manifestação dos estudantes evidenciando a compreensão sobre o assunto, mesmo que eles manifestaram saber que acontece tratamento de água.

<p>(C5) Entender que a poluição acontece de várias maneiras, como por elementos químicos e descarte incorreto de resíduos.</p>	<p>(C5)</p> <p>00:43:40 a 00:45:11 (C5a) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p> <p>01:24:08 a 01:25:33 (C5b)</p> <p>Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p>	<p>No momento C5a a professora questionou os estudantes sobre o entendimento deles acerca dos tipos de poluição. Para isso, ela apresentou a seguinte questão: <i>“Quais poluentes e quais tipos de poluentes podemos encontrar na água?”</i>. Alguns estudantes abriram o microfone para e responderam à professora: <i>“terra”, “fezes de cavalo” e “micróbio”</i>. No momento C5b, a professora perguntou aos estudantes: <i>“Quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água?”</i>. Eles forneceram respostas, como: <i>“parar de usar a água como esgoto ou parar de jogar dejetos químicos” e “parar de usar mercúrio para garimpar”</i>. A estudante Fábيا discursou brevemente sobre ela não jogar lixo no chão e não deixar as pessoas que estão próximas a ela fazerem isso.</p>	<p>As respostas dos estudantes sugerem o entendimento sobre como a poluição pode acontecer de maneiras diversas. Em suas respostas, eles foram capazes de citar diferentes tipos de poluições, como: físicas, químicas e biológicas, embora não as tivessem classificado a partir dessas tipologias.</p>
<p>(A7) Refletir que a poluição acontece de várias maneiras, como por elementos químicos, matéria orgânicos e descarte incorreto de resíduos</p>	<p>(A7)</p> <p>00:43:40 a 00:45:11 (A7a)</p> <p>Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p> <p>01:24:08 a 01:25:33 (A7b)</p>	<p>[O objetivo A7 foi promovido no mesmo tempo que o objetivo C5]. A professora questionou os estudantes sobre o entendimento deles acerca dos tipos de poluição. Para isso, ela apresentou a seguinte questão: <i>“Quais poluentes e quais tipos de poluentes podemos encontrar na água?”</i> Alguns estudantes responderam à professora: <i>“terra”, “fezes de cavalo” e “micróbio”</i>. No momento A7b, a</p>	<p>As respostas dos estudantes sugerem reflexões sobre como a poluição pode acontecer de maneiras diversas. Em suas respostas, eles foram capazes de citar diferentes tipos de poluições, como: físicas, químicas e biológicas, embora não as tivessem classificado a partir dessas tipologias. Os estudantes manifestaram também suas reflexões sobre ações</p>

	Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).	professora perguntou aos estudantes “ <i>Quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água?</i> ”. Eles forneceram respostas, como: “ <i>parar de usar a água como esgoto ou parar de jogar dejetos químicos</i> ” e “ <i>parar de usar mercúrio para garimpar</i> ”. Fábia discursou brevemente sobre o fato de que não joga lixo no chão e também não deixa pessoas próximas a ela fazerem isso.	individuais e coletivas para diminuir diferentes tipos de poluição.
(P3) Observar a presença de protozoários, impurezas e amebas na água.	(P3) 00:52:45 a 00:53:08 (P3a) 01:04:10 a 01:05:53 (P3b) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).	No momento P3a, a professora apresentou um vídeo no <i>YouTube</i> do canal Manual do Mundo para mostrar um experimento em que era possível observar microrganismos na água utilizando uma seringa e um laser que era projetado em uma parede. A professora perguntou para a turma o que eles achavam que eram as manchas observadas no vídeo. Os estudantes manifestaram suas observações sobre o que estava presente na água, apontando que as manchas são: “ <i>microrganismos</i> ” e “ <i>bactérias</i> ”. Nesse momento, a professora fez um adendo que é impossível observar bactérias sob a utilização dessa ferramenta naquela distância, apesar da provável presença. Na sequência (P3b), a professora apresentou um vídeo em que eram utilizadas as mesmas ferramentas [seringa e laser] para observar diferentes amostras de água	Nos dois momentos, os estudantes conseguiram manifestar suas observações sobre a presença de protozoários e outros microrganismos presentes nas diferentes amostras de água. Eles apontaram as diferenças entre as amostras, as quais apresentaram diferentes quantidades de “manchas”. No momento P3b, os estudantes utilizaram expressões almejadas pela professora, sendo elas: “ <i>protozoários</i> ” e outros “ <i>microrganismos</i> ”. Tais expressões, foram consideradas as mais coerentes pela professora para as observações utilizando as ferramentas seringa e laser na potência que aquela distância oferece, uma vez que as bactérias, apesar de também serem microrganismos, não poderiam ser observadas com o auxílio dos instrumentos do experimento para aquela distância entre a gota e a parede.

		coletadas em lugares diversos e, em seguida, perguntou aos estudantes quais eram suas observações. O estudante Alan respondeu: <i>“a diferença é a quantidade de protozoários”</i> . A professora perguntou sobre a presença de protozoários na água filtrada, para o que o mesmo estudante respondeu <i>“acho que um ou dois [protozoários]”</i> . Em seguida perguntou sobre o que havia na água da privada mostrada no vídeo, e o estudante Gilberto respondeu: <i>“eu vi microrganismos”</i> .	
(A5) Avaliar a importância de tratar a água antes do consumo.	(A5) 01:16:36 a 01:17:11 (A5a) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8). 01:39:50 a 01:40:08 (A5b) Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4	(A5a) Após a professora mostrar e explicar, por meio de slides, tipos diferentes de poluição, ela questionou os estudantes se as águas [poluídas], mostradas nas imagens, estão próprias para o consumo. O estudante Alan, então, afirmou ser imprópria, porque faz mal à saúde e se manifestou em relação à importância de tratar a água antes de consumir. Assim, ele sugeriu: <i>“tratar e filtrar... filtrar e depois ferver”</i> . No momento A5b a professora propôs uma atividade em grupo para os estudantes avaliarem os impactos do rompimento da barragem. Então, a estudante Fábria se manifestou sobre a importância de tratar as águas, dizendo: <i>“pode ser que sim [melhorar], pois eles podem, né, fazer alguma coisa pra tratar a água... e pode ser</i>	No primeiro momento observado (A5a), o estudante foi capaz de avaliar os riscos que o ser humano corre ao consumir águas poluídas e ressaltou a importância de que seja realizado o tratamento de água. Já no momento A5b, a estudante reconheceu a possibilidade de que aconteça uma melhora nas áreas afetadas, desde que aconteça medidas de tratamento de água. Além disso, a estudante apontou a possibilidade de os problemas persistirem, caso não sejam tomadas as ações adequadas. Em ambos os casos, os estudantes apontaram a falta de tratamento como um problema para o consumo da água.

		<i>que não; pode continuar a mesma coisa, eles não resolverem o problema que está acontecendo”.</i>	
(P4) Identificar os tipos de poluentes encontrados na água.	-	-	O objetivo de aprendizagem foi planejado para a segunda aula da SD, no momento em que a professora discutiu e explicou sobre os tipos de poluentes. Apesar de os estudantes demonstrarem em outros momentos a compreensão de que a poluição pode acontecer de várias maneiras, não foi possível observar um momento no qual eles identificassem os tipos de poluição ou que discutissem qual era o tipo de poluição que foi tratado na SD.
(A6) Conscientizar os estudantes sobre a importância da preservação das águas dos leitos dos rios.	-	Promovido em diferentes momentos do desenvolvimento da SD.	Como esse objetivo de aprendizagem atitudinal está relacionado a reflexões críticas e tomadas de decisão realizadas pelos estudantes, ele foi promovido em diversos momentos do desenvolvimento da SD e não pode ser associado a um momento específico. .
(A9) Refletir sobre o impacto da contaminação dos rios na vida das pessoas.	(A9) 01:38:13 a 01:43:24 (A9a) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8). 00:59:25 a 00:59:55 (A9b)	(A9a) A professora fez a leitura do caso juntamente com os estudantes, em uma discussão relacionada ao caso, a professora perguntou: <i>“O que a contaminação da água e do solo pode causar para a saúde da população a longo prazo?”</i> . Alguns estudantes manifestaram suas reflexões sobre os impactos da contaminação dos rios,	Nos dois momentos selecionados, observamos que os estudantes manifestaram suas reflexões sobre os impactos da contaminação dos rios, reconhecendo diversos impactos (como, por exemplo: doenças e renda daquelas pessoas que sobreviviam do rio). No momento A9b descrito, para expressar suas reflexões

	<p>Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4</p>	<p>respondendo: “<i>Câncer</i>”, “<i>pode dar também doenças, é... como que fala? [...] problema de barriga alguma coisa assim</i>”. Em seguida a professora questionou os estudantes sobre o que eles entenderam do caso. O estudante Murilo respondeu: “<i>Que várias pessoas ficaram sem terra pra fazer o plantio, que sobreviviam da agricultura, da pesca, é... dos ribeirinhos</i>”. No momento A9b, a professora leu junto com os estudantes textos e reportagens que retratavam a contaminação dos rios e do mar por metais pesados após o rompimento da barragem. Em seguida, ela apresentou o vídeo do <i>Youtube</i> intitulado: “Um ano após desastre de Mariana, pescadores ainda sofrem com contaminação”. A partir do vídeo, ela questionou aos estudantes o que eles acharam e qual comparação poderiam fazer entre as reportagens lidas anteriormente e o vídeo apresentado. O estudante Murilo respondeu: “<i>Que eles não estão conseguindo trabalhar mais, por causa que... eles pescam, ninguém tá querendo comprar os peixes por medo de contaminação; e eles dizem que a água tá própria pra consumo, mas eles não confiam muito bem, porque ninguém vai lá tomar água pra provar</i>”.</p>	<p>relacionadas ao impacto da contaminação dos rios na vida das pessoas, o estudante Murilo utilizou como exemplo o vídeo que foi apresentado pela professora, demonstrando assim, a influência da informação disponibilizada para a promoção de suas reflexões sobre o assunto.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>(P6) Identificar quais os problemas de saúde que podemos ter se ingerir esses compostos químicos tóxicos por meio de alimentos e água.</p>	<p>(P6)</p> <p>01:38:13 a 01:38:51 (P6a) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p> <p>01:44:47 a 01:47:40 (P6b) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p>	<p>(P6a) A professora fez a leitura do caso juntamente com os estudantes. Em uma discussão sobre as questões relacionadas ao caso, alguns estudantes abriram os microfones e manifestaram, respondendo: “<i>Câncer</i>”, “<i>pode dar também doenças, é... como que fala? [...] problema de barriga alguma coisa assim</i>”. No momento P6b, a professora questionou oralmente, com o auxílio dos slides quais os danos à saúde humana que os rejeitos da barragem poderiam causar. Assim, alguns estudantes responderam: “<i>câncer</i>”; “<i>doenças respiratórias, dificuldade pra respirar</i>”, “<i>morte</i>”, “<i>doenças na pele</i>”.</p>	<p>Os estudantes conseguiram identificar alguns dos problemas de saúde que são causados pela ingestão de compostos químicos, sendo citados por eles principalmente: câncer e dores de barriga. No momento P6b, os estudantes responderam a professora apontando problemas de saúde mais específicos sobre os impactos desse tipo de poluição por compostos químicos, eles disseram: doenças na pele, morte e problemas respiratórios. Vale destacar que, naquele momento, a professora foi bem incisiva em tentar fazê-los falar e tentar alcançar maior interação por parte dos estudantes e variedade de respostas.</p>
<p>(A10) Refletir sobre os impactos da mineração nas áreas ambiental, social, saúde e econômica.</p>	<p>(A10)</p> <p>01:38:13 a 01:43:24 (A10a) Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p> <p>00:42:43 a 00:43:46 (A10b)</p> <p>01:23:15 a 01:25:06 (A10c)</p> <p>01:28:30 a 01:28:45 (A10d)</p>	<p>A professora fez uma leitura do caso juntamente com os estudantes. Em uma discussão, no momento A10a, sobre as questões-problema, os estudantes se manifestaram, abrindo seus microfones e respondendo: “<i>Câncer</i>”, “<i>pode dar também doenças, é... como que fala? [...] problema de barriga alguma coisa assim</i>”. No momento A10b a professora fez a leitura da reportagem sobre os rejeitos da barragem de Fundão e perguntou se eles tinham conhecimento dessas consequências, e estudante Gilberto respondeu: “<i>a gente pensa ‘não, a barragem estourou e foi isso</i>’</p>	<p>Os estudantes tiveram diversas oportunidades de expressarem suas reflexões sobre os impactos da mineração em diferentes áreas. Em alguns momentos, eles expressaram de forma livre, como, por exemplo: quando o estudante se manifestou sobre toda a destruição que ele não havia tomado consciência antes; ou quando expressaram os impactos sofridos pelas comunidades atingidas na atividade em grupos. Notamos que a atividade em grupo permitiu que alguns estudantes que não manifestaram ao longo da SD ou por boa parte dela, interagissem e refletissem</p>

	<p>Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4</p> <p>00:19:19 a 00:20:00 (A10e) qmo-orse-hcq (2021-11-25 at 1024 GMT-8).mp4</p> <p>00:03:38 a 00:04:12 (A10f) Arquivo: Dados-ProfessoraEugênia-Grupo doutorandaTamires.mp4</p>	<p><i>mas tipo, a gente estudando assim a gente vê que é cada coisa que aconteceu, foi pequenas parcelas do acontecimento que foi criando toda aquela destruição. A gente pensa 'não, a água só foi o impacto, né, e destruiu tudo', mas teve os materiais, teve a toxidade que matou os peixes...".</i> (A10c) Na última aula da SD a professora propôs uma atividade em grupos, onde dois grupos contavam com a ajuda de uma das doutorandas do curso de formação e o outro grupo contava com a professora. Os estudantes se reuniram em uma sala virtual diferente da de costume, onde eles deveriam produzir cartazes em que dissertassem brevemente a respeito do passado, presente e futuro de cada âmbito afetado pelo rompimento da barragem de Fundão. A estudante Fábria, que estava no grupo responsável sobre discutir os impactos econômicos e sociais, afirmou: <i>"Tá ruim [a economia das comunidades atingidas], porque ninguém tá comprando, com medo de, né, ter alguma coisa e eles passarem mal."</i> No momento seguinte (A10d), os estudantes discutiam o que colocar a respeito do aspecto social. Assim, a estudante Fábria expressou: <i>"A gente também podia colocar no social que, como o moço falou lá, que surfistas iam lá, é, né,</i></p>	<p>conjuntamente. Talvez grupos menores nesse contexto on-line podem ter contribuído para essa interação. Além disso, a professora e as doutorandas conseguiram incentivar os estudantes a pensar a respeito de cada área afetada.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p><i>pra pegar mercadoria, ou 'pra' passear, não sei...". No momento A10e, quando um dos grupos estava discutindo sobre os impactos ambientais do rompimento, em comum acordo, eles elaboraram um trecho e o estudante Gilberto foi o porta voz do grupo. O trecho constava a seguinte informação: "... mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeito atingiram o Rio Gualaxo, fazendo o solo ficar infértil e muitos peixes morreram por causa da contaminação". No outro momento (A10f), o outro grupo discutiu sobre os impactos do rompimento na saúde humana, e o estudante Alan afirmou: "A longo prazo câncer, no início talvez algumas doenças de pele, também deve ter algumas doenças respira... no pulmão, no intestino, doenças renais e neurais".</i></p>	
<p>(A8) Refletir sobre a dependência econômica das pessoas ribeirinhas.</p>	<p>(A8)</p> <p>01:40:58 a 01:41:15 (A8a)</p> <p>Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão.(2021-11-23 at 0905 GMT-8).</p> <p>01:10:38 a 01:10:50 (A8b)</p>	<p>(A8a) Após leitura conjunta com os estudantes do caso fictício elaborado pelas professoras sobre o personagem Sr. Joaquim (inspirado em casos de pessoas reais que foram impactados pela barragem), a professora questionou os estudantes sobre o que eles entenderam do caso. O estudante Murilo respondeu: "<i>Que várias pessoas ficaram sem terra pra fazer o plantio, que sobreviviam da agricultura, da pesca, e... dos ribeirinhos</i>". No momento A8b, a</p>	<p>A partir da leitura e retomada do caso, os estudantes tiveram a oportunidade de refletir sobre os impactos do rompimento da barragem do Fundão para as comunidades daquele local. Suas reflexões giraram em torno principalmente dos impactos econômicos, atentando ao fato de que essas comunidades dependiam economicamente das terras e dos rios afetados. A questão foi apresentada na terceira aula da SD, mas naquele momento as respostas fornecidas</p>

	Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4	professora retomou o caso e, com o auxílio de slides, fez a seguinte questão: “ <i>Além dos impactos na saúde humana, quais outros impactos o rompimento da barragem pode causar para a população?</i> ”. Para a essa questão, o estudante Alan respondeu: “ <i>Econômico, porque a fonte de renda deles acabou</i> ”.	para elas pelos estudantes não diziam respeito ao aspecto econômico. A retomada dessas questões na última aula (que se refere ao momento discutido aqui) demonstrou como os estudantes passaram a considerar mais facilmente os impactos econômicos, provavelmente pelo contato com os vídeos e reportagens ao longo da SD que trouxeram informações antes desconhecidas pelos alunos, que nesse momento da última aula já estavam familiarizados com o assunto.
(P5) Identificar os riscos da presença dos compostos químicos em peixes e na agricultura.	(P5) 01:40:58 a 01:41:15 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8). 00:43:18 a 00:43:46 Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4	(P5a) A professora fez a leitura do caso junto aos estudantes e em seguida os questionou sobre o entendimento do caso. O estudante Murilo respondeu: “ <i>Que várias pessoas ficaram sem terra pra fazer o plantio, que sobreviviam da agricultura, da pesca, é... dos ribeirinhos</i> ”. No outro momento (P5b), a professora apresentou o vídeo e fez a leitura de uma reportagem sobre os rejeitos da barragem de Fundão. Em seguida, ela perguntou para os estudantes se eles sabiam das consequências causadas pelo rompimento da barragem, e o estudante Gilberto respondeu: “ <i>a gente pensa ‘não, a barragem estourou e foi isso’, mas tipo, a gente estudando assim a gente vê que é cada coisa que aconteceu, foi pequenas parcelas do acontecimento que foi criando toda aquela destruição. A gente</i>	Nesses dois momentos, notamos que os estudantes foram capazes de identificar alguns dos impactos da presença dos compostos químicos na água e na terra. Em um dos momentos (P5b), o estudante ressaltou que não tinha conhecimento dos impactos ambientais, econômicos e sociais antes das aulas da SD e apontou para a professora que sua percepção sobre esses impactos foi modificada a partir das discussões durante as aulas.

		<i>pensa 'não, a água só foi o impacto, né, e destruiu tudo', mas teve os materiais, teve a toxidade que matou os peixes...".</i>	
(C6) Compreender quais os elementos químicos são considerados de risco para peixes e plantas.	(C6) 00:09:50 a 00:12:12 Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4	A professora apresentou o vídeo do <i>Youtube</i> : “Moradores da região de Mariana foram contaminados por metais pesados”. Em seguida, ela questionou aos estudantes sobre o que o vídeo estava relatando. A resposta do estudante Alan foi: “ <i>que tem altos níveis de metais pesados na água</i> ”. A professora perguntou para toda turma quais eram esses metais pesados, o mesmo estudante, que respondeu anteriormente, disse: “ <i>Arsênio e chumbo são os que eu me lembro</i> ”. Depois dele, o estudante Murilo mencionou: “ <i>Mercúrio... os que podem intoxicar pessoas, vegetais, terras, rios, essas coisas</i> ”.	Essas manifestações dos estudantes demonstraram que eles compreenderam que os metais pesados apresentam riscos para os seres vivos e, por causa disso, são considerados substâncias contaminantes. A partir disso, eles foram capazes de citar algumas das substâncias chamadas de “metais pesados”, como: mercúrio, arsênio e chumbo.
(C8) Entender os elementos químicos que são considerados metais pesados que causam risco à saúde humana.	(C8) 00:09:56 a 00:12:12 Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4	A professora apresentou o vídeo do <i>Youtube</i> : “Moradores da região de Mariana foram contaminados por metais pesados”. Em seguida, ela questionou aos estudantes sobre o que o vídeo estava relatando. A resposta do estudante Alan foi: “ <i>que tem altos níveis de metais pesados na água</i> ”. A professora perguntou para toda turma quais eram os metais pesados, e o mesmo estudante, que respondeu anteriormente, disse: “ <i>Arsênio e chumbo são os que eu me lembro</i> ”. Depois dele, o estudante Murilo	Essas manifestações dos estudantes demonstraram que eles compreenderam que os metais pesados apresentam riscos para a saúde humana e, por causa disso, são considerados substâncias contaminantes. A partir disso, eles foram capazes de citar algumas das substâncias chamadas de “metais pesados”, como: mercúrio, arsênio e chumbo.

		mencionou: <i>“Mercúrio... os que podem intoxicar pessoas, vegetais, terras, rios, essas coisas”</i> .	
(P7) Identificar as doenças causadas pela ingestão desses compostos químicos.	(P7) 00:03:38 a 00:04:12 Arquivo: Dados-ProfessoraEugênia-Grupo doutorandaTamires.mp4	A professora propôs uma atividade em grupo na qual os estudantes eram solicitados a produzir cartazes em que eles deveriam dissertar brevemente a respeito do passado, presente e futuro de cada âmbito [econômico, social, ambiental e saúde] afetado pelo rompimento da barragem de Fundão. Em uma das salas virtuais em que estava o grupo responsável pelo impacto na saúde, o estudante Alan afirmou: <i>“A longo prazo, câncer, no início talvez algumas doenças de pele, também deve ter algumas doenças respira... no pulmão, no intestino, doenças renais e neurais”</i> .	Nesse momento, o estudante Alan identificou com bastante clareza suas ideias a respeito das doenças que podem ser causadas pela ingestão dos compostos químicos que contaminaram as águas e os solos da região afetada. Observamos que, ao longo da SD, o mesmo estudante manifestou concepções relacionadas às possíveis doenças, mas, naquele momento, ele forneceu indícios de que as aulas anteriores contribuíram para a evolução de seu aprendizado a respeito do assunto.
(A11) Avaliar a utilização da água e do solo da região afetada para uso atual e futuro.	(A11) 00:19:19 a 00:20:00 (A11a) 00:21:05 a 00:22:30 (A11b) qmo-orse-hcq (2021-11-25 at 1024 GMT-8).mp4 01:39:50 a 01:40:08 (A11c)	A professora propôs uma atividade em grupos em que os estudantes deveriam produzir cartazes para dissertarem brevemente a respeito do passado, presente e futuro de cada âmbito [econômico, social, ambiental e saúde] afetado pelo rompimento da barragem de Fundão. Na sala de aula virtual composto pelos estudantes responsáveis em dissertarem sobre os impactos ambientais (momento A11a) da barragem e elaborarem uma síntese sobre a atual situação, em comum acordo, um dos trechos da síntese realizadas	Essa atividade em grupos permitiu que os estudantes fizessem uma avaliação crítica da situação da região afetada, além de uma maior interação entre eles, a professora e as doutorandas, o que motivou a interação de alguns estudantes que não haviam se manifestado anteriormente [como a estudante Ana]. A maioria demonstrou um pouco de dificuldade de entender o que a professora estava pedindo com essa atividade. Mas, após uma nova explicação, os estudantes compreenderam e conseguiram fazer suas avaliações sobre o problema da

	<p>Arquivo: Importância da água e barragem de Fundão (2021-11-25 at 0906 GMT-8).mp4</p>	<p>por eles havia a seguinte informação: “... <i>mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeito atingiram o Rio Gualaxo, fazendo o solo ficar infértil e muitos peixes morreram por causa da contaminação</i>”. Em seguida (A11b), a doutoranda Gina os auxiliou a avaliar a situação futura do solo e das águas daquela região afetada. Então Gilberto disse: “<i>Eu acho que tipo se for daqui a 5 anos, acho que não vai mudar tanta coisa assim não, mas se for mais de uns 10 anos, eu acho que vai mudar...</i>”, a estudante Ana [que não havia manifestado até o momento] interrompeu, dizendo: “<i>eu acho que 10 é pouco [...] 10 anos ‘pra’ natureza voltar pra...</i>”; então o estudante Gilberto continuou, dizendo: “<i>eu vou colocar assim ‘eu acho que a natureza irá demorar mais 10 anos para poder se recuperar por completa, porque os danos causados não podem ser curados de uma hora pra outra. Irá depender do tempo.</i>”. E a doutoranda questionou: “<i>e você acha que depende só do tempo?</i>”. Ao que o mesmo estudante respondeu: “<i>Não, a gente pode dar uma turbinada, uma ajudada</i>”. No outro grupo (momento A11c), em que os estudantes ficaram encarregados de discutir os impactos econômicos e sociais, e criar hipóteses sobre o futuro das comunidades</p>	<p>contaminação da água. Foi possível perceber pelas falas dos estudantes que eles consideraram necessário que algo seja feito para que essas águas e solos possam ser utilizados novamente.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		daquela região, o que motivou a seguinte fala da estudante Fábria: “... <i>pode ser que sim [melhorar a situação econômica], pois eles podem, né, fazer alguma coisa pra tratar as águas ou tirar os peixes que tão lá pra colocar outros peixes no negócio, e pode ser que não, pode continuar a mesma coisa e eles não resolverem o problema que tá acontecendo</i> ”.	
(C7) Entender quais os problemas de saúde podemos ter ao ingerir água contaminada com esses elementos químicos.	(C7) 00:03:38 a 00:04:12 Arquivo: Dados- ProfessoraEugênia-Grupo doutorandaTamires.mp4	A professora propôs uma atividade em grupo na qual os estudantes eram solicitados a produzirem cartazes em que eles deveriam dissertar brevemente a respeito do passado, presente e futuro de cada âmbito [econômico, social, ambiental e saúde] afetado pelo rompimento da barragem de Fundão. Em uma das salas virtuais, o estudante Alan, integrante do grupo responsável pelo impacto na saúde, disse: “ <i>A longo prazo, câncer, no início talvez algumas doenças de pele, também deve ter algumas doenças respira... no pulmão, no intestino, doenças renais e neurais</i> ”.	Ao longo da SD, o mesmo estudante manifestou concepções relacionadas às possíveis doenças, mas, neste momento, ele forneceu indícios de que as aulas anteriores contribuíram para novas conexões, e maior facilidade para citar e exemplificar sobre o assunto.

Fonte: Elaboração das autoras, 2023

Quadro 6 - Objetivos de aprendizagem não planejados, mas promovidos no desenvolvimento da SD “Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce” na sala de aula da professora Eugênia.

Objetivos promovidos não planejados	Momento da promoção	Breve descrição do momento	Observações
(AX) Propor atitudes individuais e coletivas relativas à preservação das águas dos leitos e dos rios.	(AX) 01:24:10 a 01:25:33 Arquivo: Importância da água e Barragem de fundão. (2021-11-23 at 0905 GMT-8).	A professora questionou os estudantes, oralmente, apresentando a questão por meio de slide, sobre quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água. Alguns estudantes propuseram algumas ações, como: “ <i>Parar de usar a água como esgoto ou pra jogar dejetos químicos</i> ”; e, “ <i>Não usar mercúrio pra garimpar</i> ”. A estudante Fábria discursou brevemente sobre o fato dela não jogar lixo no chão e também não deixar pessoas próximas a ela fazerem isso.	A questão feita pela professora estava presente no planejamento da SD, mas, quando ela, juntamente com duas professoras, a elaboraram, não consideraram que poderiam dar origem à promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal. A partir dessa questão, os estudantes foram capazes de propor e pensar sobre atitudes coletivas e individuais que preservam o meio ambiente. As reflexões manifestadas pelos estudantes foram voltadas para ações de instituições e empresas, além de considerarem principalmente as ações individuais que realizam ou poderiam realizar.

Fonte: Elaboração das autoras, 2023

Os objetivos aprendizagem que foram planejados e até mesmo aqueles não planejados, mas promovidos pela professora no desenvolvimento da SD, passaram pelas temáticas da importância da água, suas características físico-químicas, consumo e utilização, poluição hídrica, doenças relacionadas e demais consequências do rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana Minas Gerais. Os objetivos de aprendizagem Conceituais estavam voltados para a promoção de compreensões como, por exemplo, a da mudança de estado físico da água com a variação da temperatura. Os objetivos Procedimentais eram essencialmente voltados para identificação de exemplos, como das possíveis doenças causadas pela contaminação da água com compostos químicos. Os objetivos Atitudinais eram, em sua maioria, voltados para a reflexão e avaliação sobre os impactos causados pelo rompimento da barragem de Fundão.

Consideramos que a professora promoveu a maioria dos objetivos de aprendizagem planejados: de 26 objetivos, 23 foram considerados promovidos no desenvolvimento das aulas. Entretanto, consideramos que o objetivo C3 (Compreender a fórmula química [molecular] e estrutural da água [estrutura de Lewis]) foi parcialmente promovido, porque mesmo com a apresentação da fórmula estrutural pela professora não identificamos qualquer interação entre eles no sentido explorar seus entendimentos.

Os dados sugerem que não houve predominância na promoção de objetivos de uma dimensão em relação às outras nas aulas da SD ministrada pela professora. Até mesmo os objetivos que não foram promovidos não são exclusivos de uma determinada dimensão (vide quadro 5). Isso sinaliza para nós que houve um equilíbrio das três dimensões de conteúdo no desenvolvimento da proposta, algo apontado por Conrado e Nunes-Neto (2018) como necessário para uma formação mais integral dos sujeitos.

Além disso, ao analisar as gravações das aulas, identificamos a promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal que não foi planejado pelas professoras na elaboração da SD. Assim, nomeamos esse objetivo como “Propor atitudes individuais e coletivas relativas à preservação das águas dos leitos e dos rios” e o designamos pelo código AX. Observamos que esse objetivo foi promovido no momento da segunda aula quando os estudantes responderam à questão norteadora (QN6): “*Quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água?*”, relacionando com discussões prévias sobre dejetos químicos nas águas, além da proposição da ação de “*Parar de usar mercúrio para garimpar*” por um dos estudantes, e da fala da estudante Fábica sobre suas ações como um exemplo de atitude possível para a preservação das águas.

Alguns objetivos de aprendizagem foram promovidos simultaneamente, isso porque uma mesma questão norteadora se destinava a mais de um objetivo. Algo razoável quando pensamos que estes objetivos podem estabelecer estreitas relações de interdependência. Por exemplo, para os estudantes relacionarem algumas substâncias tóxicas, como os metais pesados aos seus efeitos em seres vivos e processos (vide QN3, no Anexo 2), as professoras elaboradoras da SD viram a necessidade de estabelecer objetivos de compreensão dessa classe de substâncias (C6) e de identificação dos fatores de risco para peixes e agricultura (P5). Além disso, como recomendado por Conrado e Nunes-Neto (2018), esses objetivos foram retomados em diferentes fases da SD, com o intuito de consolidar o desenvolvimento das aprendizagens pelos estudantes.

Em relação aos recursos didáticos utilizados pela professora no desenvolvimento da SD, por causa das limitações do ensino remoto, ela lançou mão principalmente de imagens, textos, questões e charges, compartilhados com os alunos a partir da plataforma do *Google Meet*, usando o recurso digital “compartilhamento de tela” para apresentá-los em slides de PowerPoint.

A charge da Turma da Mônica auxiliou diretamente na promoção dos objetivos A2 (Refletir sobre a importância de se preservar fontes de água doce) e P1 (Identificar fontes de poluição na comunidade e/ou na cidade em que vive), já a charge sobre a fórmula da água, está relacionada à promoção do objetivo C3. Para a promoção do objetivo C2 (Entender que a água pode mudar o estado físico de acordo com a temperatura), a professora utilizou como recurso didático uma simulação sobre o fenômeno da mudança de estado físico da água a nível submicroscópico que foi feita no site *PhET Interactive Simulations*.

Outro recurso didático que foi utilizado pela professora, foram vídeos no *YouTube* sobre as temáticas de construção de um microscópio caseiro e outro sobre os impactos do rompimento da barragem de Mariana (MG). O primeiro vídeo está relacionado à promoção do objetivo P3 (Observar a presença de protozoários, impurezas e amebas na água) e o segundo vídeo está ligado à promoção dos objetivos A8 (Refletir sobre a dependência econômica das pessoas ribeirinhas), A9 (Refletir sobre o impacto da contaminação dos rios na vida das pessoas), C6 (Compreender quais os elementos químicos são considerados de risco para peixes e plantas) e C8 (Entender os elementos químicos que são considerados metais pesados que causam risco à saúde humana).

A utilização do caso fictício elaborado pelas professoras que contava a história de um senhor impactado pelo rompimento da barragem auxiliou diretamente na promoção

dos objetivos P6 (Identificar quais os problemas de saúde que podemos ter se ingerir esses compostos químicos tóxicos por meio de alimentos e água), A10 (Refletir sobre os impactos do rompimento da barragem a partir da consideração de aspectos ambientais, sociais, econômicos e relacionados à saúde), A8 e A9. Outro recurso didático utilizado pela professora foi a leitura de reportagens sobre os rejeitos da barragem de Fundão que pode ser associada à promoção dos objetivos A8, A9 e A10.

Os recursos didáticos são elementos essenciais do processo ensino e aprendizagem. Tratam-se de ferramentas, que quando utilizadas adequadamente, podem facilitar o entendimento por parte dos estudantes de determinados assuntos/conceitos (Santos; Belmino, 2013) bem como o engajamento da turma (Nicola; Paniz, 2016). Observamos que, mesmo com as limitações do ensino remoto, a professora se apropriou de diferentes recursos didáticos que possibilitaram a mediação pedagógica a partir do estabelecimento de importantes interações discursivas com os estudantes, as quais os auxiliaram na elaboração de entendimentos (Fontana, 1996).

A atividade em grupo proposta para última aula, na qual os estudantes deveriam discutir os impactos a partir da consideração de diferentes aspectos (sociais, ambientais, econômicos e relacionados à saúde), auxiliou na promoção dos objetivos A5 (Avaliar a importância de tratar a água antes do consumo), A10, P7 (Identificar as doenças causadas pela ingestão desses compostos químicos), A11 (Avaliar a utilização da água e do solo da região afetada para uso atual e futuro) e C7 (Entender quais os problemas de saúde podemos ter ao ingerir água contaminada com esses elementos químicos).

As questões abertas que foram feitas pela professora ao longo do desenvolvimento da SD, oportunizaram que os estudantes manifestassem suas concepções, reflexões, opiniões, avaliações e generalizações acerca do tema. Autores como Chin (2007) e Andrade e Mozzer (2016) consideram que boa parte da construção de significados ocorre por meio do diálogo em sala de aula, a partir da comunicação entre professor e estudantes. Essas autoras defendem que a maneira como uma pergunta é feita pode influenciar nos processos de construção de conhecimentos pelos estudantes.

Notamos que em alguns momentos das aulas, a professora juntamente com as doutorandas, buscaram incentivar os estudantes a se engajarem nas resoluções das questões norteadoras, dando espaço e estímulo para que os estudantes se expressassem, algumas vezes os chamando pelo nome. Tal incentivo pode ter contribuído para uma maior participação dos estudantes nas questões propostas e, conseqüentemente, para a promoção dos diferentes objetivos de aprendizagem planejados na SD

Apesar disso, notamos que os objetivos de aprendizagem A3 (Agir em prol da diminuição da poluição dos rios e córregos na comunidade que os alunos estão inseridos), C4 (Compreender os processos de tratamento da água) e P4 (Identificar os tipos de poluentes encontrados na água) foram planejados, mas não foram promovidos. De acordo com a SD, o objetivo A3 foi planejado para ser anunciado na primeira aula e diz respeito a uma ação sociopolítica que seria desenvolvida ao longo das aulas, mas isso não ocorreu, pois não houve indícios de que a professora tentou promovê-lo.

A situação do ensino remoto pode ter sido o fator limitante que fez com que a professora não tenha promovido esse objetivo. Mas consideramos que mesmo em situação presencial, um objetivo de aprendizagem na dimensão atitudinal da natureza de A3 exigiria tempo direcionado para essa ação, o que, provavelmente, demandaria o prolongamento do tempo de desenvolvimento da SD. Assim, a demanda de tempo e a complexidade desse objetivo são fatores que podem ter impedido a promoção.

Ainda que essas sejam razões para a dificuldade de se promover o objetivo A3 naquele contexto, se consideramos, como Hodson (2004), que é papel da escola a formação de cidadãos empoderados para deselitizar a tomada de decisão sobre os assuntos que impactam a sociedade e agir de forma responsável, precisamos reconhecer que os estudantes precisam de conhecimentos que vão além de conceitos (Santos; Schnetzler; 1996).

O objetivo C4 foi planejado para ser integralmente promovido na primeira aula da SD. No entanto, não existiram manifestações dos estudantes que servissem de indícios da promoção desse objetivo. Uma razão pela qual isso pode ter acontecido foi a falta de questões relacionadas ao processo de tratamento de água que oportunizassem que os estudantes elaborassem compreensões relacionadas àquele processo a partir de discussões com a professora e os pares. Apesar disso, a professora explicou cada etapa de tratamento de água para os estudantes, usando como recurso a apresentação de slides com imagens.

Por uma razão semelhante ao C4, o objetivo de aprendizagem P4, que foi planejado para a segunda aula da SD, não foi promovido. Não houve situações em que os estudantes tivessem oportunidade de discutir sobre os tipos de poluentes encontrados na água. Apesar disso, eles demonstraram compreender que essa poluição acontece de maneiras distintas.

Para uma melhor visualização da associação entre a promoção dos objetivos e os recursos didáticos que contribuíram para essa promoção, construímos o infográfico da Figura 4.

Figura 4 - Associação entre a utilização de recursos didáticos e os objetivos de aprendizagem promovidos.



Fonte: Elaboração das autoras.

Entendimentos são construídos quando os sujeitos se engajam socialmente em discussões e os significados são moldados e negociados a partir do diálogo entre as pessoas (Bloome *et al.*, 2022). No que diz respeito ao ensino de Ciências, a partir do desenvolvimento da proposta didática com a QSC “Consequências do Rompimento da Barragem de Fundão para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce”, nossos dados evidenciaram que as interações discursivas estabelecidas pelos estudantes, a professora e as pesquisadoras, mediadas pelos recursos didáticos, possibilitaram aprendizagens nas diferentes dimensões dos conteúdos.

4.2 A promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal

Os objetivos de aprendizagem na dimensão atitudinal, referem-se ao campo ético-político e são promovidos no ensino de Ciências a partir de discussões e reflexões sobre valores, normas e atitudes. Conrado e Nunes-Neto (2018) enfatizam que a negligência dessa dimensão no ensino, contribui para a formação de cidadãos acríticos em relação às atividades científicas, às ideologias dominantes e aos impactos das nossas escolhas e ações cotidianas.

Ao longo do desenvolvimento da SD, notamos que a maioria dos objetivos atitudinais que foram planejados pelas professoras no curso de formação continuada, foram promovidos. A partir das discussões sobre a questão sociocientífica: “Consequências do Rompimento da Barragem de Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce”, a professora promoveu momentos em que

os estudantes pudessem mobilizar e refletir sobre valores, atitudes e normas, algo que, como mencionado, é característico dessa dimensão.

Selecionamos um desses objetivos de aprendizagem promovidos pela professora no desenvolvimento da SD e transcrevemos na íntegra os momentos em que identificamos a sua promoção (vide Quadro 7). O objetivo de aprendizagem atitudinal A10 (Refletir sobre os impactos do rompimento da barragem, a partir da consideração de aspectos: ambientais, sociais, econômicos e relacionados à saúde) foi promovido em seis momentos (A10a até A10f), o que permitiu um maior engajamento dos estudantes na discussão da problemática. Mesmo com toda a complexidade e amplitude desse objetivo educacional, consideramos que esses momentos nos fornecem bons indícios da promoção dele naquele contexto, ainda que de forma preliminar.

Quadro 7 - Transcrição dos momentos de promoção do objetivo de aprendizagem A10.

M	Verbal
A10a	Professora Eugênia: Quê que cês acham que pode causar na saúde da população a contaminação da água e do solo a longo prazo?
	Alan: Câncer?
	Professora Eugênia: Pode ser. Quê mais?
	Fábria: Pode dar também doenças... eh:: como que fala? Tipo, ai, não sei explicar, que fica com... não sei, mas... problema de barriga, alguma coisa assim, não sei explicar.
	Professora Eugênia: Ah tá! Disenterias, né?
	Fábria: Não sei. É porque, tipo assim, teve um dia que eu bebi alguma água da torneira e eu fiquei passando mal por uma semana, não sei o que aconteceu comigo.
A10b	Professora Eugênia: Quê que cês acharam da reportagem? Eh, cês acham... cês sabiam que tinha acontecido tudo isso aí lá na Barragem do Fundão, que teve todo esse desastre, todas essas consequências?
	Gilberto: NUNCA!
	Alan: Não
	Professora Eugênia: Eh::.. foram muitas coisas, né, que foram atingidas, e... e dentro desses estudos falam isso...
	Gilberto: E tipo... [eh desculpa, se quiser pode falar].
	Professora Eugênia: [Pode falar, pode falar], pode falar, Gilberto. Gilberto: A gente pensa “não, a barragem estourou e foi isso”, tá ligado? Mas tipo, a gente estudando assim a gente vê que tipo, é cada coisa que aconteceu... foi pequenas parcelas do acontecimento que foi criando toda aquela destruição toda. A gente pensa “a água só foi o impacto, né, e destruiu tudo”, mas não, tipo, teve os materiais... teve... teve:: a toxidade que matou os peixes, teve os trem lá tudo. Isso foi muito doido.
A10c	Professora Eugênia: E como que tá o presente (da economia nas comunidades atingidas) agora?
	Fábria: Tá ruim, porque ninguém tá comprando, com medo de, né, tá... ter alguma coisa e eles passarem mal.
	Murilo: Mais o quê?

A10d	Fábria: A gente também podia colocar no social que/ como o moço falou lá que surfistas ¹³ iam lá... eh... pra... né? Pra pegar mercadoria... ou... né? Passear, não sei...
A10e	Doutoranda Gina: Quê que cê tá escrevendo aí, Gilberto? Compartilha com os colegas pra ver se eles tão de acordo.
	Gilberto: Eu vou:: eu vou ler (inaudível)... as vegetações eram Cerrado e Mata Atlântica. Seria o passado, né? Antes da causa. Eh::... o presente: O rompimento da barragem ocorreu em 5 de novembro de 2015. Mais de de... 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos atingiram o Rio Gua/ Gualaxo, fazendo o solo ficar infértil e muitos peixes morreram por causa da contaminação.
A10f	Doutoranda Tamires: Quais impactos esse desastre todo teve pra saúde das pessoas?
	Alan: Ué::... a longo prazo, câncer. No início, talvez, algumas doenças de pele. Também deve ter várias doenças respira/ no pulmão, no... no intestino, doenças renais e neurais.

Fonte: Elaboração das autoras.

O objetivo de aprendizagem A10, que estava associado às últimas atividades da SD, foi promovido em mais de um momento, quando os estudantes foram solicitados a se reunir em grupos para discutirem e produzirem cartazes sobre os impactos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana, Minas Gerais. Nessa atividade, cada grupo ficou responsável pela discussão em determinado tipo aspecto (ambiental, social, econômico ou relacionado à saúde) associado aos impactos do rompimento da barragem.

A discussão nos pequenos grupos sobre os impactos do rompimento da barragem a partir desses aspectos, permitiu que todos os estudantes presentes refletissem sobre aspectos relacionados à área designada para seu grupo. Além disso, possibilitou que elaborassem suas respostas em situações de discussão sobre tais aspectos. Observamos que essa divisão em grupos possibilitou também que aqueles estudantes que não haviam se manifestado em outros momentos da aula, participassem da discussão.

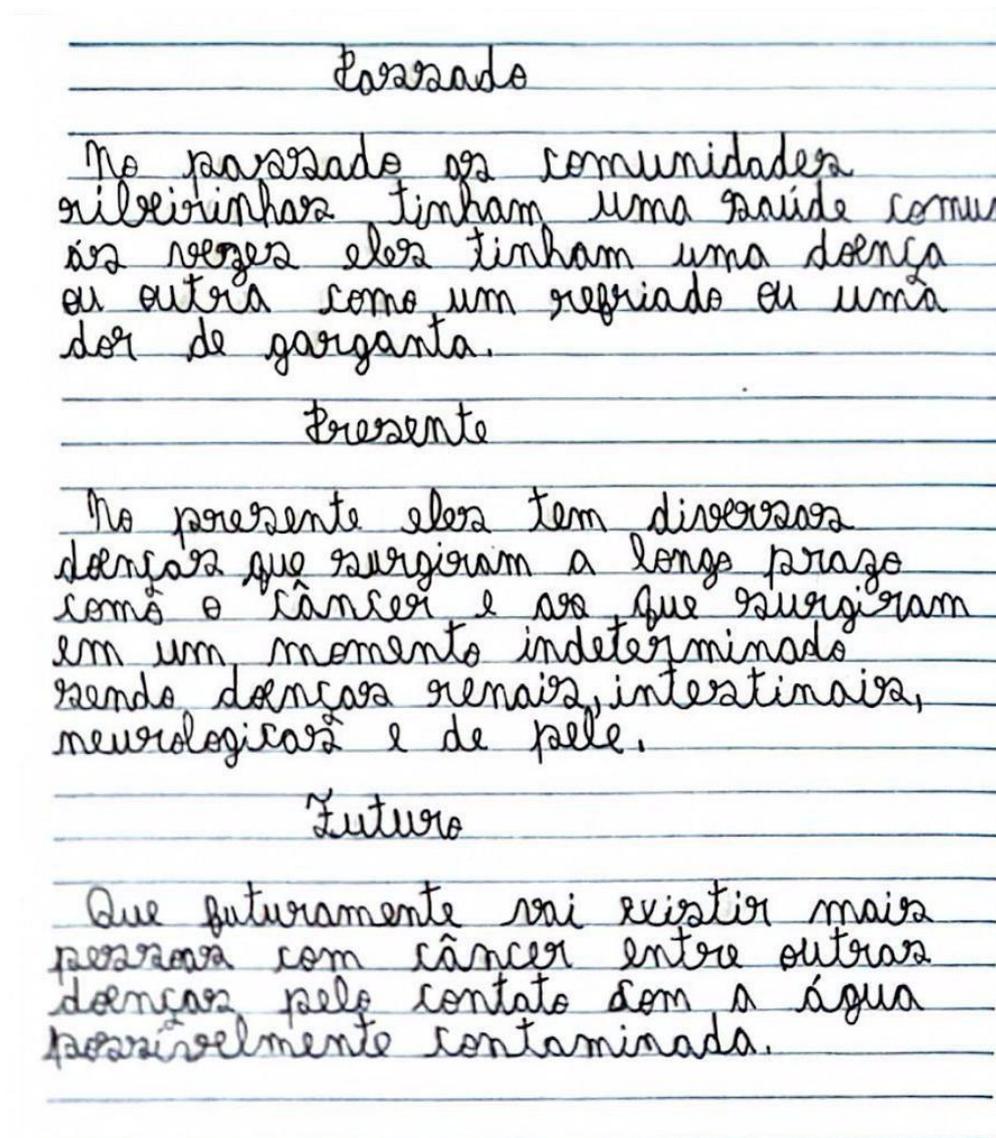
No momento da terceira aula em que os estudantes estavam discutindo o caso fictício baseado nos impactos sofridos pelas comunidades ribeirinhas (A10a), o estudante Alan foi questionado pela professora sobre os possíveis problemas de saúde que poderiam ser causados pela contaminação da água a longo prazo. Ele respondeu demonstrando insegurança: “*Câncer?*”. Entretanto, em um outro momento, o qual aconteceu duas aulas depois da mencionada (A10f), o mesmo estudante, reunido com seu grupo para discutir

¹³ Os estudantes assistiram a um vídeo no YouTube que relata os impactos decorrentes do rompimento da barragem de Mariana (MG), que englobou as consequências que acometeram toda extensão atingida. Visto que os rejeitos atingiram o Rio Doce, que desagua no mar, a estudante relembrou um momento no vídeo em que um dos personagens presentes no vídeo comenta sobre a antiga relação com os surfistas.

os impactos da contaminação sobre a saúde humana, considerou um número maior de possíveis doenças: “a longo prazo, câncer. No início, talvez, algumas doenças de pele. Também deve ter várias doenças respira/ no pulmão, no... no intestino, doenças renais e neurais”.

O grupo do qual o aluno Alan era um dos integrantes, era composto por mais dois estudantes (Miguel e José). Eles optaram por escrever manualmente em uma folha de caderno as suas reflexões sobre os impactos do rompimento da barragem na saúde humana. A figura a seguir é o cartaz produzido pelo grupo nos momentos finais da discussão.

Figura 5 - Cartaz produzido pelo grupo responsável por avaliar os impactos do rompimento da barragem na saúde.



Fonte: Elaboração dos estudantes.

O cartaz produzido pelos estudantes é uma síntese do que foi discutido entre eles sobre suas percepções a respeito da condição de saúde no passado, presente e futuro das pessoas daquela comunidade ribeirinha. Ao analisar esse artefato produzido por eles, percebemos que os estudantes consideravam que, no passado, aquela população não seria afetada por doenças causadas pela contaminação das águas (apenas por aquelas associadas a sintomas gripais). Ao contrário, a condição prevista por eles para o futuro daquela população seriam doenças diversas (como câncer, doenças renais, intestinais e de pele), possivelmente ocasionadas pela contaminação da água. As discussões das doenças advindas da contaminação das águas ao longo da SD, possivelmente contribuiu para essa consideração.

Ainda no momento A10a, a estudante Fábria utilizou de suas experiências pessoais para refletir sobre o que poderia acontecer com uma pessoa que ingeriu água contaminada. Ela lembrou a vez em que consumiu água em algum lugar que fez com que ela tivesse um problema intestinal. A fala da estudante pode ter contribuído para que o estudante Alan considerasse no momento A10f problemas no intestino.

No momento A10b da quarta aula, o estudante Gilberto manifestou suas reflexões sobre os fatos que ele havia tomado conhecimento a partir das aulas da SD sobre a Barragem do Fundão. De acordo com o estudante, ele não tinha consciência dos diversos impactos decorrentes deste acontecimento. Isso foi demonstrado com a manifestação de surpresa pela ênfase em sua fala: “*NUNCA!*”. Além disso, foi possível perceber que ele se sentiu sensibilizado pela situação quando expressou: “*isso foi muito doido*”. Conrado e Nunes-Neto (2018) defendem que o envolvimento dos estudantes em atividades que promovem inquietação, como a que observamos em Gilberto, pode permitir um maior engajamento deles nas discussões e na busca de soluções.

Ao analisar as falas do estudante Gilberto em interação com a professora, consideramos que elas evidenciam um escopo de consideração moral mais amplo do que aquele que abrange apenas os seres humanos (perspectiva guiada por valores antropocêntricos). O estudante considerou também o impacto referente à ruptura da barragem relacionado ao choque da grande quantidade de lama que afetou largamente a paisagem local e ao espalhamento de materiais tóxicos que afetou para a vida de outros animais, como os peixes: “*a água só foi o impacto, né, e destruiu tudo, mas não, tipo, teve os materiais... teve... teve:: a toxidade que matou os peixes, teve os trem lá tudo*”. Neste sentido, consideramos que o estudante Gilberto mobilizou valores centrados em uma perspectiva ecocêntrica, a partir qual considera-se a importância de se preservar a

integridade e a saúde dos ecossistemas pelo seu valor intrínseco (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Além disso, de acordo com Zeidler *et al.* (2005), uma das potencialidades da abordagem pedagógica das QSC é o estímulo ao desenvolvimento emocional dos sujeitos. Com base nesses autores, consideramos que a resposta de Gilberto para o questionamento feito pela professora (*Quê que cês acharam da reportagem? Eh, cês acham... cês sabiam que tinha acontecido tudo isso aí lá na Barragem do Fundão, que teve todo esse desastre, todas essas consequências?*) fornece indícios da contribuição desse aprendizado, dado que o estudante foi mobilizado a nível emocional.

No grupo que abordou os impactos econômicos e sociais, do qual faziam parte quatro estudantes (Fábia, Tamara, Tábata e Murilo), a estudante Fábia avalia como “ruim” a situação econômica atual nas comunidades ribeirinhas e explica “*porque ninguém tá comprando*” (A10c). Nesse momento temos indícios de que ela refletiu sobre as consequências econômicas negativas do desastre para a vida daquelas pessoas atingidas pelo rompimento da barragem, em especial, os comerciantes da região. Em sua fala, a estudante também demonstra empatia pelos potenciais compradores, que, de acordo com ela, estão com medo de comprar um alimento contaminado e ter a sua saúde afetada. Entendemos essa como uma habilidade interpessoal, na qual uma pessoa é capaz de compreender e compartilhar dos sentimentos de outra. O desenvolvimento desse tipo de habilidade precisa ser almejado pelo professor, de acordo com Conrado e Nunes-Neto (2018) uma vez que empatia vai além de uma habilidade social, trata-se de um valor que guia comportamentos e decisões.

Em um outro momento (A10d), a mesma estudante manifestou reflexões relacionadas aos impactos sociais, quando disse: “*A gente também podia colocar no social que... como o moço falou lá que surfistas iam lá/ eh... pra... né? Pra pegar mercadoria... ou... né? Passear, não sei...*”. Em sua observação, ela relembra o vídeo que foi passado pela professora, apontando como era a relação dos surfistas¹⁴ com aquele local e demonstrando que esta já não era mais daquela forma positiva que um dia fora.

¹⁴ No vídeo assistido pelos estudantes sobre os impactos sentidos um ano após o rompimento da barragem de Mariana – MG, um instrutor de surf contou que costumava alugar barcos de pesca e hospedar turistas, em sua maioria surfistas, em seu resort na região banhada pelo Rio Doce, no litoral do Espírito Santo e que, após o ocorrido, passou a sofrer prejuízos financeiros com a falta desse público.

Como Gilberto, as reflexões da estudante Fábria perpassam valores morais, uma vez que ela demonstrou empatia por aquelas pessoas que usufruíam do local antes do rompimento da barragem e a relação deles com o local nos dias atuais.

Durante sistematização das ideias discutidas no grupo de Fábria por meio de um texto escrito, os estudantes optaram por representar suas ideias a partir de anotações em um aplicativo de Bloco de Notas. A figura a seguir, apresenta o cartaz produzido por eles.

Figura 6 - Cartaz produzido pelo grupo responsável por avaliar os impactos econômicos e sociais do rompimento da barragem de Fundão.

Passado

No Passado a sua economia era bastante lucrativa pois as pessoas compravam suas mercadorias (peixes, café, vegetais) sem medo de ser intoxicados

Social
Os turistas e am para la passear nadar surfar sem aquele medo de serem intoxicados ter problemas renais diabestes eles se divertiam comiam se aquele grande medo de ser intoxicar as pessoas tinham seu lucro de peixes e suas vendas de café

Presente

Apos a barragem ter estourado muitos turistas pararam de ir por medo de ser intoxicados por e ter diabetes disfunção renal cancer de longo prazo os pescadores nao conseguem pescar normalmente pois os peixes ficam mais ao fundo do rio junto a lama poucos subem para a superficie eles vivem de renda de indenização que e muita baixa para uma familia hoje em dia trabalhadores da samarco falaram que nao dava pra enxergar muito bem por causa da lama

Futuro

Pode ser bastante lucrativo se ações da samarco e da população de tentarem limpar o rio por maximo possivel ou nao pode ser se ha samarco e a população nao se mobiliarem para tentar alavancar a limpeza do rio o futuro da fonte de renda deles podem ser tragica se nao conseguirem limpar o rio totalmente os pescadores podem achar dificil eles se acostumarem com esse proceso de vida de limpar o rio todos os menses dias semanas ou talvez anos

Fonte: Elaboração dos estudantes.

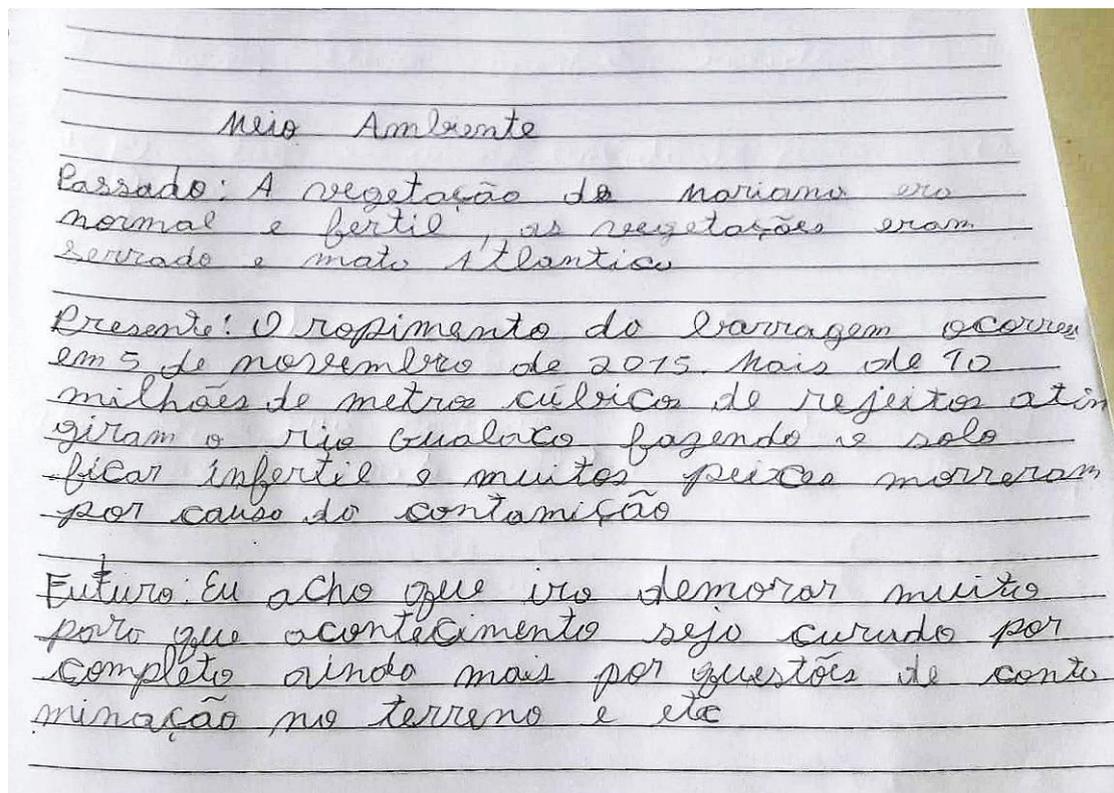
Nesse cartaz produzido pelos estudantes, observamos que elementos reflexivos discutidos por Fábria foram considerados pelos estudantes do grupo na sinalização de uma piora das condições sociais e econômicas de vida da população após do rompimento da barragem, como: depreciação da dignidade das pessoas afetadas; instalação de uma condição de medo associada ao consumo de produtos locais; prejuízo financeiro ocasionado por esse baixo consumo e pelas dificuldades com a atividade de pesca; possibilidade de doenças; dependência de indenização como fonte de renda; dificuldades para recuperação da área.

Ainda a partir do cartaz, observamos que o grupo compartilha das reflexões que perpassam um sentimento de empatia expresso por Fábria, quando consideram o medo dos turistas de frequentarem a região devido à contaminação do Rio Doce e as dificuldades sofridas pelas famílias ribeirinhas para viver com bem-estar e recursos financeiros adequados. Eles também apontam para a necessidade de normas que responsabilizem e orientem ações de indenização e de recuperação da área pela instituição causadora dos prejuízos e mesmo pela própria população.

O grupo do qual o estudante Gilberto fazia parte era constituído de quatro estudantes (além dele, Ana, Vinícius e Silvana). Eles assumiram a tarefa de discutir os impactos do desastre para o meio ambiente. No momento A10e transcrito, Gilberto fez uma leitura da síntese das discussões e das pesquisas que fez com seu grupo. A partir dessa leitura do estudante, notamos que o grupo fez uso de informações que foram passadas ao longo da SD e de outras que buscaram na internet para a construir o raciocínio e demonstrar suas reflexões em torno dos impactos ambientais, como a infertilidade do solo e a morte dos peixes por consequência da contaminação, este último aspecto já mencionado por Gilberto no momento A10b.

A busca por informações na internet possibilitou ao grupo apresentar dados detalhados, como: data do rompimento da barragem, o volume de lama em m³ e o nome do rio mais diretamente impactado pelo rompimento. O grupo apresentou suas reflexões acerca dos impactos ambientais em uma folha de caderno preenchida manualmente, como mostra a figura a seguir.

Figura 7 - Cartaz produzido pelo grupo responsável por avaliar os impactos ambientais do rompimento da barragem de Fundão.



Fonte: Elaboração dos estudantes.

A síntese realizada pelo grupo dos impactos ambientais, mostra que com o rompimento da barragem, foram observadas algumas mudanças negativas. Os estudantes acreditavam que antigamente o solo da região afetada era fértil e que depois da lama de rejeitos o solo não está mais propício e o rio contaminado. O grupo parece mostrar consenso em relação a valores representativos de uma perspectiva mais ecocêntrica, os quais foram mobilizados por Gilberto, integrante desse grupo, no momento A10b. Eles mencionaram os impactos que acometeram a biota daquele local e demais danos ao ecossistema, declarando ainda a crença de que levará muito tempo para este se recuperar.

Assim, ao olharmos para resultados como esse, concernente à promoção dos objetivos de aprendizagem na dimensão atitudinal no contexto do desenvolvimento da proposta didática pela professora de Ciências em sua sala de aula, temos indícios para afirmar que foram promovidas reflexões sobre valores, normas e atitudes em torno dos impactos do rompimento da barragem do Fundão que podem ter contribuído para um desenvolvimento mais amplo daqueles sujeitos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Esta pesquisa parte do pressuposto de que os objetivos de aprendizagem Conceitual; Procedimental; e, Atitudinal (CPA) planejados para e promovidos no Ensino de Ciências, a partir de propostas de ensino para abordagem das QSC, dependem da intencionalidade do professor (Conrado; Nunes-Neto, 2018; Oliveira; Mozzer; Nunes-Neto, 2021). Por isso, consideramos que a análise que realizamos dos objetivos planejados e desenvolvidos pela professora de Ciências em sua sala de aula por meio da SD baseada na QSC sobre o rompimento Barragem do Fundão, nos forneceu, de alguma forma, um panorama dessa intencionalidade.

Na busca por identificar os objetivos de aprendizagem planejados que foram promovidos em sala de aula pela professora de Ciências e os recursos utilizados para sua promoção, observamos que dos 26 objetivos de aprendizagem planejados, 23 foram promovidos no desenvolvimento da SD. Para isso, a professora utilizou diferentes recursos didáticos (como: apresentação de simulação de fenômenos químicos, vídeos e atividade em grupo) e buscou incentivar a manifestação e a interação dos estudantes, o que contribuiu para o alcance da maioria desses objetivos. Utilizar adequadamente diferentes recursos didáticos contribui para o desenvolvimento cognitivo, ético e para a elaboração de entendimentos dos conteúdos pelos estudantes (Santos; Belmino, 2013).

Conforme é apontado por Conrado e Nunes-Neto (2018), delinear previamente os objetivos de aprendizagem contribui para a avaliação do alcance (ou não) desses objetivos. Como evidenciamos em nossa análise, esses objetivos contemplavam as três dimensões do conteúdo (CPA), o que nos possibilita inferir que a consideração da importância do equilíbrio entre essas três dimensões não se deu apenas no nível do planejamento pelas professoras elaboradoras da proposta, no contexto do curso de formação continuada, mas também no nível do seu desenvolvimento, no contexto da sala de aula da professora pesquisada.

Nossa análise também nos possibilitou identificar um objetivo de aprendizagem que não havia sido planejado pelas professoras elaboradoras da SD, mas que foi promovido pela professora de Ciências no momento do desenvolvimento. Analisar a sua promoção e os recursos utilizados nesta se configurou em mais um de nossos objetivos neste trabalho.

Neste sentido, identificamos a promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal que denominamos de AX, o qual estava associado à promoção de atitudes

individuais e coletivas relativas à preservação das águas dos leitos e dos rios. O objetivo AX, como foi promovido simultaneamente a outros objetivos (C5 e A7), demonstrou uma interconexão entre objetivos educacionais, inclusive de dimensões distintas (conceitual e atitudinal). Isso que demonstra a concatenação dos conhecimentos científicos integrada a considerações sociais e pessoais numa perspectiva holística, voltada para o desenvolvimento cognitivo e éticos dos estudantes, adequada à formação de cidadãos responsáveis (Conrado; Nunes-Neto, 2018; Hodson, 2004; Santos; Belmino, 2013; Simonneaux, 2013).

A identificação do objetivo AX ressalta a importância de uma abordagem flexível e adaptativa, uma vez que a promoção deste objetivo de aprendizagem não previsto revelou oportunidades de enriquecimento educacional naquele contexto. Dessa forma, as SD centradas em QSC precisam ser vistas como propostas abertas à reavaliação e reformulação de acordo com as necessidades dos contextos de ensino. Em outras palavras, sempre que possível, o professor pode aprimorar oportunidades de aprendizagem ao perseguir objetivos de aprendizagem que não haviam sido cogitados na elaboração da proposta, mas que se mostram pertinentes às demandas de seu contexto de ensino e à promoção de reflexões críticas acerca da QSC (Conrado; Nunes-Neto 2018).

Considerando o apagamento da dimensão atitudinal no ensino, especialmente o de Ciências nos debruçamos sobre a análise da promoção de um objetivo de aprendizagem atitudinal naquele contexto, a partir de um episódio de ensino. Essa análise nos permitiu observar como a atividade organizada em pequenos grupos pela professora oportunizou a participação de estudantes que não haviam se manifestado anteriormente, bem como uma reflexão mais aprofundada sob as óticas dos aspectos propostos (saúde, ambiental, econômica e social) lançadas sobre a problemática do rompimento da barragem.

Na análise mais minuciosa que realizamos das interações discursivas na promoção do objetivo A10, identificamos momentos em que os estudantes se sensibilizaram com a QSC, algo que reconhecemos como uma contribuição para o seu engajamento nas discussões (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Além disso, durante o momento de promoção daquele objetivo (A10), notamos que as discussões e reflexões manifestadas pelos estudantes evidenciaram as influências das discussões em outros momentos do desenvolvimento da SD, bem como dos diferentes recursos utilizados (como, por exemplo: a leitura do caso, os vídeos sobre os impactos do rompimento da barragem e apresentação de slides).

Lima (2019) aponta que, no ensino de Ciências, há uma carência na exploração da dimensão atitudinal. Acreditamos que a análise da promoção desse objetivo que realizamos em nosso trabalho nos fornece elementos para afirmar que quando professores de Ciências, como a professora pesquisada, perseguem tais objetivos no desenvolvimento de suas propostas didáticas, estes atuam como impulsionadores da reflexão dos estudantes, uma vez que, para promovê-los são mobilizados conhecimentos conceituais e procedimentais, as experiências pessoais, a moralidade e os sentimentos dos estudantes.

Apesar da promoção equilibrada da maioria dos objetivos de aprendizagem distribuídos nas três dimensões, é importante destacar as limitações do ensino remoto no desenvolvimento das práticas educacionais. Naquele contexto da pandemia do covid-19, o acesso aos recursos educacionais para alguns estudantes foi muito limitado, o que não permitiu que todos usufríssem da mesma forma do direito à educação e de oportunidades como a da vivência da SD elaborada pelas professoras.

Além disso, as interações entre os estudantes e entre eles e a professora foram limitadas àquelas possibilitadas pela plataforma online, as quais se deram de forma menos dinâmica e em menor frequência do que as que geralmente se observa em uma aula presencial. Também, vale ressaltar que, no ensino remoto, a realização de algumas atividades, em especial as práticas, é limitada, o que restringe as oportunidades de aprendizagem de Ciências dos estudantes. Ademais, devido ao isolamento social, o bem-estar emocional dos estudantes foi afetado, o que por sua vez, também pode ter impactado negativamente no seu desempenho nas atividades da SD desenvolvidas pela professora.

Não obstante essas inúmeras e consideráveis limitações impostas por aquele grave contexto pandêmico, os resultados deste trabalho nos oferecem oportunidades de refletir a partir da prática da professora pesquisada sobre aspectos que destacam a relevância de se sensibilizar e engajar os estudantes em reflexões holísticas sobre QSC. Esses resultados podem motivar professores de Ciências a explorar propostas pedagógicas que valorizem o equilíbrio entre as três dimensões CPA do conteúdo e a superar o receio de muitos professores da nossa área de trabalhar a promoção de valores, normas e atitudes no ensino. Além disso pode servir de inspiração para professores formadores para a promoção de cursos de formação (inicial ou continuada) de professores que incorporem a discussão, elaboração e desenvolvimento de estratégias didáticas, como as centradas em QSC, a partir das quais os professores em formação possam desenvolver ferramentas para enfrentar as demandas contemporâneas, que vão além do ensino dos conteúdos conceituais e procedimentais.

Acreditamos que o desenvolvimento de habilidades interpessoais e valores (morais e éticos) associados ao ensino e aprendizagem de Ciências, desempenham um papel crucial na formação de cidadãos comprometidos com o bem-estar coletivo e engajados na promoção da justiça social e ambiental. Nesse contexto, o letramento científico deve estar intrinsecamente ligado à promoção da racionalidade crítica, capacitando os indivíduos a fundamentar argumentos e a compreender questões complexas a partir de uma perspectiva científica, além de permitir a avaliação ética, reflexiva e analítica para a tomada de decisão informada, responsável e justa.

Para futuras pesquisas, seria promissor investigar, a longo prazo, como a consideração da dimensão atitudinal em propostas didáticas destinadas ao ensino de Ciências, de forma equilibrada com as demais dimensões, poderia influenciar o desenvolvimento cognitivo e ético dos estudantes. Além disso, é importante que seja desenvolvida SD centradas em QSC no ensino presencial, de modo a obter um panorama geral das potencialidades desse tipo de estratégia didática em um contexto potencialmente mais interativo de ensino e aprendizagem. Esses caminhos de investigação poderiam enriquecer ainda mais nosso entendimento sobre o potencial de propostas centradas em QSC, como a que analisamos aqui.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Gabriela Mara de Paiva Campos; MOZZER, Nilmara Braga. Análise dos questionamentos do professor em atividades fundamentadas em modelagem analógica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16; n. 3; p. 825-850, 2016.
- BLOOME, D., Power-Carter, S., Baker, W. D., Castanheira, M. L., Kim, M., & Rowe, L. W.. **Discourse analysis of languaging and literacy events in educational settings: A microethnographic perspective**. Routledge, 2022..
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**, 2a ed. Injuí: Ed. Injuí, 2011a; p. 13-47, 2006.
- CARVALHO, Ítalo Nascimento; EL-HANI, Charbel N.; NUNES-NETO, Nei. How should we select conceptual content for biology high school curricula? **Science & Education**, v. 29, n. 3, p. 513-547, 2020.
- CHIN, Christine. Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 44, n. 6, p. 815-843, 2007.
- COLL, C.; POZO, J. I., Sarabia, B.; Valls, E. **Los contenidos en la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes**. Santillana, 1994.
- CONRADO, Dália Melissa. **Questões sociocientíficas na educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. Tese de doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.
- CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.
- CRECCI, Vanessa Moreira; FIORENTINI, Dario. Desenvolvimento profissional de professores em comunidades com postura investigativa. **Acta Scientiae. Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 15, n. 1, p. 9-23, 2013.
- CRESWELL, John W. Métodos qualitativo, quantitativo e misto. **Projeto de Pesquisa**, 2007.
- DIONOR, G. A., Conrado, D. M., Martins, L., & de Freitas Nunes-Neto, N. (2020).. Análise de propostas de ensino baseadas em QSC: Uma revisão da literatura na educação básica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 197-224, 2020.
- DO AMARAL, Manoel Francisco. Educação e epistemologias: críticas à pedagogia das competências à luz da pedagogia histórico-crítica. **Filosofia e Educação**, v. 14, n. 1, p. 65-91, 2022.
- FONTANA, Roseli A. Cação. **Mediação Pedagógica Na Sala**. Autores associados, 2005.

HODSON, Derek. Going beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. **Science Education Review**, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, Derek. **Looking to the future**. Springer Science & Business Media, 2011.

HODSON, Derek. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Ma Pilar. **10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas**. Graó, 2010.

KENTLI, Fulya Damla. Comparison of hidden curriculum theories. **European Journal of Educational Studies**, v. 1, n. 2, p. 83-88, 2009.

KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 1992.

LIMA, Adriana Moreira. **Análise do desenvolvimento de aprendizagens nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal em uma sequência didática sobre o uso de agroquímicos fundamentada na modelagem analógica**. Dissertação de Mestrado em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

NASCIMENTO, Fabrício; FERNANDES, Hylio; MENDONÇA, Viviane. O Ensino de Ciências no Brasil: História, Formação de Professores e Desafios Atuais. **Revista histedBr online**. 2010, v. 10, n. 39, p. 225-249, 20

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

OLIVEIRA, Thais Mara Anastácio; MOZZER, Nilmara Braga; NUNES-NETO, N. Um olhar sobre a noção de saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas por professores de Ciências. **XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2021.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

REIS, Pedro. Factors of success of SSI Regarding classroom discussions: a cross-case study. **Les Dossiers des sciences de l'éducation**, n. 29, p. 67-80, 2013.

SADLER, Troy D. Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In: **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Springer, Dordrecht, 2011. p. 1-9.

SANTOS, Ovídia Kaliandra Costa; BELMINO, José Franscidavid Barbosa. Recursos didáticos: uma melhoria na qualidade da aprendizagem. **Fórum internacional de pedagogia**, v. 5, p. 1-12, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, p. 110-132, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474-492, 2007.

SANTOS, WLP dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão. **Química nova na escola**, v. 4, n. 4, p. 28-34, 1996.

SIMONNEAUX, Laurence. From promoting the techno-sciences to activism—A variety of objectives involved in the teaching of SSIs. In: **Activist science and technology education**. Springer, Dordrecht, 2014. p. 99-111.

VARGAS, I. B.; Silveira, B. D.; Oliveira, J. A. D.; Mozzer, N. B.; Mendonça, P. C. C., & Nunes Neto, N. D. F.. Como abordar o tema consumo de animais na Educação em Ciências? **Revista Eletrônica de Educação**, v. 17, p. e5296029-e5296029, 2023.

VON LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. trad. **Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed**, 1998.

ZEIDLER, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. . Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

7 ANEXOS

Anexo 1: Cronograma do curso de formação continuada

UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Universidade Federal de Ouro Preto
Grupo Práticas Científicas e Epistêmicas
na Educação em Ciências



Curso de Formação Continuada “A abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) no Ensino de Ciências”	
Carga horária: 12 horas mensais	Duração: 8 meses
Carga horária total: 100 horas	
Carga horária teórica: 90 horas	Carga horária prática: 10 horas
Dia da semana: Terça-feira	Horário: 18h às 20h
Ementa: Questões Sociocientíficas (QSC) no Ensino de Ciências: pressupostos teóricos e práticos da abordagem educacional de QSC.	
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ Discutir os fundamentos teóricos e práticos do uso de QSC na Educação em Ciências. ☑ Produzir, desenvolver e compartilhar sequências didáticas (SD) fundamentadas em QSC. 	
<p>Metodologia: discussões de referenciais e propostas de ensino, produção de SD destinadas ao ensino de ciências, desenvolvimento das SD nas escolas ou online (contexto 1) ou apresentação das SD no curso de formação (contexto 2) e compartilhamento e análise crítica das experiências no grupo colaborativo.</p>	
<p>Avaliação no curso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Participação nas discussões e atividades realizadas ao longo do curso; ● Produção de SD destinada ao ensino de ciências; ● Portfólios; ● Frequência de pelo menos 75% nos encontros síncronos e na parte prática. 	

CRONOGRAMA:

Dia/ Mês	Atividades
16/03	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apresentação do grupo colaborativo ➤ Apresentação do cronograma
23/03	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Discussão sobre formação para cidadania e objetivos do Ensino de Ciências ➤ Discussão sobre o significado de portfólio e instruções para sua elaboração ➤ Indicação de leitura para o próximo encontro (Texto 1)
06/04	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Discussão sobre texto 1: CTSA e as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. ➤ Indicação de leitura para o próximo encontro (Texto 2)
19/04 e 20/04	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Discussão sobre abordagem de ética no ensino de ciências - Prof. Nei Nunes-Neto e Profa. Dália Conrado.
04/05	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vivência de atividades sobre QSC (modelagem): resolução de uma QSC
18/05	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vivência de atividades sobre QSC (modelagem): resolução de uma QSC
01/06	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vivência de atividades sobre QSC (modelagem): resolução de uma QSC ➤ Indicação de leitura para o próximo encontro (Texto 3)
15/06	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reflexões sobre a elaboração e condução de SD centrada em uma QSC (prática guiada)
29/06	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reflexões sobre a elaboração e condução de SD centrada em uma QSC (prática guiada) ➤ Orientações para a produção de uma Sequência Didática envolvendo QSC; ➤ Discussão sobre as QSC que guiarão cada uma das SD.
Recesso	
03/08	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaboração de SD sobre QSC em diálogo com a equipe do curso (prática autônoma)
17/08	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaboração de SD sobre QSC em diálogo com a equipe do curso (prática autônoma)
14/09	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaboração de SD sobre QSC em diálogo com a equipe do curso (prática autônoma)

21/09	➤ Elaboração de SD sobre QSC em diálogo com a equipe do curso (prática autônoma)	
22/09 a	Contexto 1	Contexto 2
30/11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desenvolvimento das atividades em sala de aula (ou online) pelos professores (acompanhamento pelas pesquisadoras do grupo) ➤ Reflexão sobre as aulas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apresentação da SD no curso de formação; ➤ Apreciação crítica pelos pares ➤ Aprimoramento da SD com base nas discussões realizadas
07/12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reflexões finais ➤ Confraternização 	

REFERÊNCIAS:

Texto 1 – CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: (Ed.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77-172.

Texto 2 – NUNES-NETO, N. F.; CONRADO, D. M. Ensinando Ética. **Educação em Revista**. no prelo.

Texto 3 – CARVALHO, I. N.; CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. C.; NUNES-NETO, N. F. Transgênicos, leis e a ciência: trazendo a legislação para a sala de aula de biologia. In: (Ed.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 277-302.

Anexo 2: Sequência Didática - Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce

Curso de Formação Continuada “A abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) no Ensino de Ciências”

Professoras: Professora 1, Professora 2, Professora 3

Data: 31/08/2021 a 19/10/2021

Consequências do Rompimento da Barragem do Fundão, para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce

Introdução

A água é um bem precioso. Os seres vivos usam-na para diversas finalidades, dependem dela para sobreviverem. É utilizada para a pecuária, agricultura, pesca, uso pessoal, uso doméstico, higiene pessoal, etc. É indispensável para a sobrevivência.

O uso irracional e a poluição de fontes importantes podem ocasionar a falta de água doce muito em breve, caso nenhuma providência seja tomada. Em função dessa degradação observa-se a perda da qualidade das águas, a diminuição global da disponibilidade de água potável e aumento da necessidade de tratamentos mais simples e de maior eficácia.

O ser humano tem causado vários prejuízos à natureza, através dos lixos, poluição e contaminação por poluentes e esgotos, dejetos químicos industriais, mineração sem controle e alguns acidentes com barragens que causam impactos socioambientais para a população do entorno.

Um grande impacto socioambiental aconteceu no Brasil, no dia 5 de novembro de 2015, quando a barragem do Fundão (Samarco/Vale/BHP Billiton), em Minas Gerais, se rompeu.

Nesse desastre, vidas foram afetadas para sempre. 19 pessoas morreram e outras quase duas bilhões que viviam ao longo da Bacia do Rio Doce foram atingidas por 443,8 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minérios de ferro. Devastando tudo que arrastava até chegar ao oceano, no Espírito Santo. Causando um passivo ambiental incalculável.

Com o rompimento, houve vários impactos sobre o meio físico, ambiental e social. Dentre os impactos pode-se constatar a degradação da qualidade da água, prejudicando a pesca, a agricultura, uso pessoal e doméstico. O assoreamento dos cursos d'água, a alteração da vazão dos rios e a degradação da paisagem, mudanças nos cursos, diminuição da profundidade e até mesmo soterramento de nascentes. Isso tudo, afetando a fonte de renda dos moradores do entorno que viviam da pesca e agricultura. E ainda ficaram sem água potável para beber.

Além dos impactos sócioambientais, tem-se o impacto para a saúde da população. A lama tóxica causou ainda doenças de pele e respiratórias por contaminação por metais pesados. Pesquisas realizadas pelos Instituto Saúde e Sustentabilidade (ISS), em março de 2018, revelou que 11 moradores da cidade mineira de Barra Longa estavam intoxicados por níquel e metade tinha níveis de arsênico no sangue acima do normal. Este estudo foi o primeiro diagnóstico feito nesta população.

Qual a relevância de se abordar o tema escolhido? Por que a temática escolhida pode ser considerada uma QSC?

O tema escolhido, os impactos do rompimento da barragem do Fundão (Mariana) e as consequências para a população. O rompimento que atingiu uma grande extensão do Rio Doce,

localizado entre Minas Gerais e o Espírito Santo pode ser considerado uma Questão Sociocientífica pois, com os grandes problemas que o rompimento da barragem ocasionou, podemos discutir e refletir sobre os impactos gerados pelos rejeitos da lama tóxica. Impactos esses que causaram degradação e contaminação no meio ambiente; na saúde da população, por exemplo, houveram casos de contaminação por metais pesados; no setor econômico gerou uma dependência, momentânea, de auxílio para a população afetada direta e indiretamente pelo rompimento.

Nível educacional e unidade ou módulo a que se aplica:

8 e 9º ano do Ensino Fundamental e 2º ano do Ensino Médio.

Número de horas-aula da proposta de ensino/sequência didática:

5 aulas de 50 minutos.

Áreas do conhecimento que mobiliza (ex.: Ecologia, Medicina, Economia etc):

Biologia: Meio ambiente, Bactérias, Protozoários, Poluição das águas;

Física: Óptica; Mudanças de Estado Físico (trabalhada na Química também);

Química: Composição química da água, elementos químicos, tratamento químico da água;

Economia: Dependência econômica.

Aula 1: Apresentação da importância da água e suas características físico-químicas e poluentes

Texto base

O nosso planeta se chama planeta Terra, mas na verdade deveria ser chamado de planeta Água, isso porque mais de 70% da superfície da Terra é coberta por água, enquanto o continente representa, em média, 30%.

Do total de água disponível no planeta, aproximadamente 97,13% de toda água mundial é salgada e apenas 2,87% é doce, onde 78,05% concentram-se em geleiras; 21,32% em subsolos e 0,63% na atmosfera, rios e lagos (BENEDETTI, 2013).

Cerca de 80% de toda água doce presente no Brasil encontra-se na Amazônia, onde mora apenas 5% de toda a população brasileira e os 20% que restam, abastecem o restante da população do país (BENEDETTI, 2013).



Devido ao uso indevido da água e aos poluentes lançados nos cursos de água, vários continentes estão sendo atingidos pela falta de água, e os mais afetados são: África, Ásia Central e o Oriente Médio. Entre os anos de 1990 e 1995, a necessidade por água doce aumentou cerca de duas vezes mais que a população mundial. Isso ocorreu pelo alto consumo de água em atividades industriais e zonas agrícolas.

A água é um recurso natural fundamental para a existência dos seres vivos, precisamos dela para saciar nossa sede e para as várias atividades do nosso dia a dia, como: para a higienização de nosso corpo (tomar banho e escovar os dentes), para as atividades domésticas (lavar roupa, lavar as louças, limpar casa etc), dentre outras atividades. Geralmente, a água que

utilizamos vem dos rios, ribeirões ou poços artesianos dependendo da disponibilidade de água de cada local.

De acordo com Do Carmo (2014) 20% do consumo de água no país destina-se às atividades industriais e 62% à produção agrícola, e os demais para o consumo humano. Outro estudo demonstra que quase 40% de toda água utilizada em residências são para fins não potáveis (DUARTE et al., 2015).

AULA	QUESTÃO NORTEADORA	OBJETIVO(S) DE APRENDIZAGEM	DIMENSÕES DE APRENDIZAGEM
1	1. Qual a importância da água para os seres vivos?	(C1) Compreensão que o planeta Terra é composto por mais água do que terra. (A1) Refletir que nem toda água presente no planeta é própria para consumo.	Conceitual e Atitudinal
	2. É possível encontrar água de diversas formas e diversos lugares. Você já parou para pensar quais estados físicos a água é encontrada ?	(C2) Entender que a água pode mudar o estado físico de acordo com a temperatura.	Conceitual
	3. Mesmo diante de tanta água em nosso planeta corremos o risco de ficarmos sem água para bebermos? Expresse sua opinião a respeito do tema.	(A2) Refletir sobre a importância de se preservar fontes de água doce. (A3) Agir em prol da diminuição da poluição dos rios e córregos na comunidade que os alunos estão inseridos. (P1) Identificar fontes de poluição na comunidade e/ou na cidade em que vive.	Atitudinal; Procedimental;
	4. Você sabe qual a fórmula da água?	(C3) Compreender a fórmula química e estrutural da água.	Conceitual
	5. Como é a água na sua casa? A da pia, a do filtro... (Questão reflexiva para fazer relação com a próxima aula.)	(P2) Identificar as fontes de poluição nas residências. (C4) Compreender os processos de tratamento da água.	Conceitual; Procedimental; Atitudinal;

		(A4) Valorar a qualidade da água fornecida.	
--	--	---------------------------------------------	--

Apresentaremos a tirinha após o texto base com o intuito de discutir e refletir sobre as questões 3 e 4.



Desenvolvimento da Aula 1

Primeiramente introduzir a aula com uma questão norteadora sobre esta questão. --- 1. Qual a importância da água para os seres vivos?

- Falar sobre a quantidade de água no mundo e de sua importância para os seres vivos, para o consumo industrial, pecuária e consumo humano.
- 2. É possível encontrar água de diversas formas e diversos lugares. Você já parou para pensar quais estados físicos a água é encontrada ?

Mostrar a tirinha sobre a fórmula da água e pedir para os alunos comentarem sobre ela e discutir sobre isso.

- Falar sobre a composição química da água, suas ligações e estados físicos.

Após o momento de conversa com os alunos e de discussão sobre a composição química da água, o professor vai projetar a simulação indicada e mostrar aos alunos a composição química e as mudanças de fase.

A simulação “Estados da Matéria: Básico” permite que o aluno observe e descreva os três estados da matéria, e como a relação pressão e a temperatura alteram a organização das moléculas. Repita o processo acima na opção “fase changes” para fazer o estudo relacionando com a pressão. Para isso acesse o link <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/states-of-matter> e selecione a opção “States of mater” e selecione a substância água (water).

Inicie solicitando aos alunos que observem a representação (cores) das moléculas (duas bolinhas menores branca, representando o hidrogênio e uma laranja representando oxigênio -H₂O-).

Varie a temperatura do recipiente e mostre aos alunos a disposição das moléculas contidas no recipiente relacionando com o estado físico da água (sólido, líquido e gasoso).

Faça o processo para o aquecimento e resfriamento.

Aula 2: Experimento e poluentes da água

Texto base

A poluição da água é causada pela atuação indevida dos seres humanos, das atividades industriais e da pecuária, que pode gerar impactos sobre as espécies da fauna e da flora e provocar a escassez desse recurso natural.

Os poluentes podem ter origem biológica, física ou química.

A poluição física compreende a poluição por resíduos radiativos e detritos inertes, que influenciam diretamente na transparência, temperatura e turbulência do corpo de água. Estas três propriedades físicas afetam a vida aquática. A transparência é importante para o crescimento das algas e penetração da radiação solar.

A poluição biológica é a provocada pelos microrganismos patogênicos, tais como bactérias, vírus, vermes e protozoários.

A poluição química é provocada por poluentes classificados em biodegradáveis, como detergentes, inseticidas, fertilizantes entre outros, e os persistentes, como DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), mercúrio, metais pesados e outros que causam sérios problemas a partir da contaminação na saúde dos seres vivos.

Diversos processos são utilizados no tratamento de águas residuais poluídas, como as estações de tratamento de água (ETA) ou estação de tratamento de esgoto (ETE). Além de outros processos, como filtração em diferentes meios porosos, flotação, métodos eletroquímicos e o uso de plantas aquáticas. Todos estes representam alternativas que podem ser utilizadas para a remoção de metais e outros poluentes da água.

Criação do microscópio caseiro

Materiais utilizados

- Seringa;
- Água pura e não tratada;
- Caneta laser.
- Suporte para a seringa.

Como fazer

Você vai precisar de um pouco de água (é importante que a água não seja tratada, para que os resultados consigam ser melhor percebidos). Depois de conseguir o líquido, coloque-o em uma seringa. Pressione o item vagarosamente, fazendo com que apenas uma gota fique para fora, mas tomando cuidado para que ela não pingue.

O passo seguinte envolve um pouco de calma. Você precisa encontrar um apoio para deixar a seringa parada com a gota de água “pendurada”. Agora, é só mirar a caneta laser em direção à gota e projetar a ampliação na parede.

Para garantir melhores resultados, é recomendado utilizar um laser de cor verde, que geralmente oferece maior potência do que os apontadores vermelhos.

Repita o processo para a água tratada e compare a presença de impurezas, protozoários e amebas.

Também disponível no canal Manual do mundo, no youtube pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=7HAdiWkltvA>

AULA	QUESTÃO NORTEADORA	OBJETIVO(S) DE APRENDIZAGEM	DIMENSÕES DE APRENDIZAGEM
2	1. Nesta prática, o que vocês observaram?	(P3) Observar a presença de protozoários, impurezas e amebas na água.	Procedimental
	2. Qual a diferença observada entre a água filtrada e a água do rio?	(P3) Observar a presença de protozoários, impurezas e amebas na água. (A5) Avaliar a importância de tratar a água antes do consumo.	Procedimental; Atitudinal
	3. Quais poluentes e quais tipos podemos encontrar na água?	(C5) Entender que a poluição acontece de várias maneiras, como por elementos químicos e descarte incorreto de resíduos. (P4) Identificar os tipos de poluentes encontrados na água. (A6) Conscientizar os estudantes sobre a importância da preservação das águas dos leitos dos rios.	Conceitual; Procedimental; Atitudinal
	4. Quais são os fatores que influenciam a poluição da água?	(A7) Refletir que a poluição acontece de várias maneiras, como por elementos químicos, matéria orgânicos e descarte incorreto de resíduos.	Atitudinal;

		(P4) Identificar os tipos de poluentes encontrados na água.	Procedimental
	5. Porque devemos tratar a água?	(C4) Compreender os processos de tratamento da água. (A5) Avaliar a importância de tratar a água antes do consumo. (A6) Conscientizar os estudantes sobre a importância da preservação das águas dos leitos dos rios.	Conceitual; Atitudinal;
	6. Quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água?	(A6) Conscientizar os estudantes sobre a importância da preservação das águas dos leitos dos rios. (A7) Refletir sobre as futuras ações que poderão ser tomadas para evitar a poluição das águas.	Atitudinal;

Desenvolvimento da Aula 2

- Iremos recapitular a 1 aula e mostrar novamente a tirinha. Retomar a discussão e iniciar o experimento.
- Realização do experimento
- O experimento será realizado em grupo. Os alunos receberão o roteiro juntamente com os materiais necessários e, com a supervisão do professor, eles irão montar o experimento. Esse tem o objetivo dos alunos observarem a água limpa e não tratada com o auxílio do microscópio caseiro. A partir das questões norteadoras no quadro acima o professor vai direcionar as discussões para que os alunos possam identificar quais tipos de poluentes foram encontrados na água. Espera-se que se encontre protozoários e amebas.
- A partir da mediação da discussão das questões norteadoras, o professor vai falar sobre os tipos de poluentes das águas (químicos, físicos e biológicos) e seus tratamentos com base no texto da aula 2.

Aula 3: Introduzir o caso da QSC

O Sr. Joaquim tem uma fazenda às margens do Rio Doce, em um pequeno povoado de Barra Longa. Sua maior fonte de renda era a pesca e agricultura. Cercada pelas águas que sempre foram sinônimo de fartura. Após o rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana, sua vida e a de muitos de seus vizinhos mudaram totalmente.

A água do rio estava contaminada pelo rejeito, contendo várias substâncias tóxicas, com isso matou os peixes e tornou a água imprópria para a agricultura e também para o consumo da população.

Além de pescar, o Sr. Joaquim plantava café: três mil e quinhentos pés que rendiam setenta sacas por ano. Até a lama entupir o sistema de irrigação e acabar com o negócio. “Se eu tivesse feito a colheita esse ano, teria feito por baixo R\$ 20 mil. Para nós, depois dessa lama nosso terreno acabou”, diz ele.

Sr. Joaquim passou a ser sustentado pela Fundação Renova. Aposentou sua carteira de pescador e hoje sua família vive de um salário mínimo pago pela fundação. E a água para consumo é fornecida por caminhões pipa.

Questões Problema:

1. O que a contaminação da água e do solo pode causar para a saúde da população a longo prazo?

2. Além dos impactos na saúde humana, quais outros impactos o rompimento da barragem pode causar para a população?

AULA	QUESTÃO NORTEADORA	OBJETIVO(S) DE APRENDIZAGEM	DIMENSÕES DE APRENDIZAGEM
	1. Porque a pesca e a agricultura deixaram de ser a fonte de renda do Sr. Joaquim e de seus vizinhos?	(A8) Refletir sobre a dependência econômica das pessoas ribeirinhas. (A9) Refletir sobre o impacto da contaminação dos rios na vida das pessoas.	Atitudinal

3		(A6) Conscientizar os estudantes sobre a importância da preservação das águas dos leitos dos rios.	
	2. O que é rejeito da mineração?	(C5) Entender a composição dos rejeitos da mineração.	Conceitual
	3. Quais substâncias estão presentes no rejeito, que prejudicaram os peixes e a agricultura?	(C6) Compreender quais os elementos químicos são considerados de risco para peixes e plantas. (P5) Identificar os riscos da presença dos compostos químicos em peixes e na agricultura.	Conceitual Procedimental
	4. Se este rejeito causou tanto impacto na economia, será que pode causar danos à saúde humana?	(P6) Identificar quais os problemas de saúde que podemos ter se ingerir esses compostos químicos tóxicos por meio de alimentos e água. (A10) Refletir sobre os impactos do rompimento da barragem nas áreas ambiental, social, saúde e na econômica.	Procedimental Atitudinal
	5. Quais cuidados a população deve ter para não se contaminar com o rejeito?	(A5) Avaliar a importância de tratar a água antes do consumo. (A11) Avaliar a utilização da água e do solo da região afetada para uso atual e futuro.	Atitudinal
	6. O que deve ser feito para que a água do rejeito se torne própria para consumo novamente?	(C4) Compreender os processos de tratamento da água. (A4) Valorar a qualidade da água fornecida.	Conceitual; Atitudinal.

Desenvolvimento da aula 3

- O caso do Sr. Joaquim será entregue a cada aluno para que eles possam fazer a leitura e após esse momento iniciarmos a discussão. Porém, os alunos estarão reunidos em grupos e, antes de apresentarmos as ideias da sala inteira, daremos aos grupos um momento de discussão.
- Para criar uma conexão com as atividades, o professor retomará a atividade 2, do microscópio caseiro, lembrando os tipos de poluentes, uma vez que, com o rompimento, a água do Rio Doce foi contaminada, fazendo os alunos a pensarem no tipo de poluente.
- Apresentaremos a QSC para os alunos, mas para que eles possam ir construindo um direcionamento no posicionamento iremos mediar a discussão usando as questões norteadoras. Essa mediação vai acontecer à medida que os alunos forem apresentando suas ideias e faremos conexões com as informações apresentadas nas aulas anteriores, podendo utilizar das informações dos textos bases.
- Para finalizar a aula vamos questionar os alunos sobre “O que são metais pesados?” para que na aula 4 possamos aprofundar sobre esse tipo de poluente.

Aula 4: Contaminação de metais pesados

Texto base

Metais pesados são um grupo de elementos químicos com relativa alta densidade e tóxicos em baixas doses.

Entre estes elementos pode-se destacar o arsênio (As), o cádmio(Cd), o chumbo(Pb) e o mercúrio(Hg), cobre(Cu), Níquel (Ni) e o Zinco(Zn) devido sua elevada toxicidade.

Os metais pesados são cumulativos, não sofrendo decomposição no meio ambiente, assim causando efeitos indesejáveis durante muito tempo, pois não podem ser destruídos. Normalmente se apresentam em concentrações pequenas e sempre estão associados a outros elementos químicos, formando minerais em rochas. Quando lançados como resíduos, podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais. Esse tipo de metal interage facilmente com outras substâncias químicas para formar reações, resultando em agressões às moléculas orgânicas do nosso organismo que comprometem sua função de maneira permanente.

A maioria das plantas são sensíveis aos metais pesados e acabam morrendo. Mas algumas espécies são capazes de crescer sobre ambientes contaminados.

Na espécie humana, os metais pesados podem causar vários males, mas isso depende da dose e do tempo de exposição. Eles não podem ser metabolizados pelas células do corpo humano, o que resulta em um processo de bioacumulação no organismo que levam ao desenvolvimento de diversas doenças. As doenças podem ser alergias e câncer de pele, pulmão, bexiga, rins e fígado, queratoses, doenças gastrointestinais, neurológicas (Alzheimer e Parkinson) e endócrinas.

O arsênio aumenta o risco de várias formas de câncer e numerosos efeitos patológicos, tais como doenças cutâneas (hiperpigmentação e hiperqueratose), gastro-intestinais, vasculares, diabetes mellitus e neuropatias periféricas.

O níquel está no no Grupo 1 de agentes carcinogênicos nas pesquisas da Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), podendo causar câncer nos pulmões, na cavidade nasal e nos seios paranasais.

Vídeos que serão apresentados antes da reportagem:

<https://www.youtube.com/watch?v=Aviir4eVv1c>

<https://www.youtube.com/watch?v=SHnjITNav3k>

<https://www.youtube.com/watch?v=40hZM-x68Wg>

Rompimento de barragem

Cinco anos após lama, rio e mar ainda sofrem com contaminação, diz estudo

5.3 Monitoramento após rompimento da barragem de minério aponta contaminação por metais, desaparecimento de espécies, impacto em praias e manguezais.

1. **Cinco anos após cerca de 60 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração descerem pelo Rio Doce até a sua foz, em Linhares, rio e mar ainda sofrem com os impactos, que vão da contaminação de metais até o desaparecimento de espécies de peixes. Os três ambientes – dulcícola (água doce), costeiro e marinho -, apresentaram transformações negativas, aponta estudo. Foram afetados os sedimentos, a água e a biota (comunidade de seres vivos). Houve contaminação, principalmente, por ferro.**
2. **Foi registrado ainda o desaparecimento de espécies, com larvas de peixes apresentando até destruição do trato digestório, sem contar o surgimento de espécies oportunistas, o que ameaça a vida de outros peixes. Foram afetados ainda os mangues, restingas, praias, e unidades de conservação. E a chamada megafauna – aves, mamíferos e tartarugas marinhas – que vivem no entorno do Doce.**
3. **É o que aponta Nota Técnica 15/2020, da Câmara Técnica de Conservação e Biodiversidade (CTBio), que é subordinada ao Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio) e ao Comitê Interfederativo (CIF), produzida a partir da avaliação do relatório anual (2018 a 2019) do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA), da área ambiental I, na porção capixaba do Rio Doce e região marinha e costeira adjacente. O documento foi divulgado nas últimas semanas.**
4. **O estudo foi realizado por pesquisadores da Rede Rio Doce Mar (RRDM), que reúne 28 instituições, incluindo universidades federais do Brasil, e que realiza o monitoramento do impacto causado na biodiversidade aquática em ambientes continentais (rios, estuários, lagos) e marinhos (praias, costa e mar), pelo rompimento da barragem, no trecho capixaba.**
5. **O desastre ambiental aconteceu em 5 de novembro de 2015, quando ocorreu o rompimento de uma barragem de mineração da Samarco na cidade mineira de Mariana. A enxurrada de lama matou 19 pessoas, soterrou o vilarejo de Bento Rodrigues, destruiu outras cidades e afetou dezenas de comunidades ao longo dos mais de 600 quilômetros até chegar ao mar, no Espírito Santo.**
6. **Levantamento do Ministério Público Federal (MPF) aponta que 41 cidades foram afetadas em Minas Gerais e no Espírito Santo, três reservas indígenas foram atingidas, houve degradação em 240,88 hectares de Mata Atlântica (cada hectare equivale a um campo de futebol). Foram coletadas 14 toneladas de peixes mortos. A lama alcançou a foz do Rio Doce, em Linhares, no dia 21 de Novembro, dezesseis dias após o desastre ambiental.**
7. CONFIRA O IMPACTO DA LAMA DE REJEITOS DE MINERAÇÃO EM CADA AMBIENTE
8. 1 – AMBIENTE DULCÍCOLA (ÁGUA DOCE)

9. A calha principal do Rio Doce, que é por onde ele passa, foi a área que sofreu o maior impacto causado pela contaminação por metais, tanto no período seco quanto no chuvoso. “Especialmente em relação ao sedimento e à biota (conjunto de todos seres vivos do rio)”.
10. É apontado que há evidências do envolvimento de metais característicos do rejeito da mineração nos impactos negativos observados na estrutura, composição e funcionamento das comunidades biológicas. “A calha do Rio Doce apresenta também os maiores índices de impactos biológicos, mensurados por meio da resposta de biomarcadores e da toxicidade das amostras ambientais (água e sedimento) para os organismos-teste”, diz o estudo.
11. A vida no rio sofreu impacto crônico, favorecendo o desenvolvimento das chamadas espécies exóticas ou oportunistas (generalistas), reduzindo assim a diversidade funcional no rio. “A biota dulcícola sofreu impacto agudo ao nível de espécies, com desaparecimentos de algumas, na área impactada, com eliminação das espécies menos tolerantes – sobretudo espécies sésseis e de pouca mobilidade”, diz o estudo.
12. E quando é possível a comparação com dados levantados antes do desastre ambiental, os resultados indicam relação causal entre o declínio da biodiversidade e os efeitos do rejeito, “evidenciando que as espécies nativas sofreram maior impacto, apresentando níveis mais elevados de concentrações de metais acumulados no fígado e nas brânquias do que as espécies exóticas”, aponta.
13. Os resultados indicam ainda que essas espécies exóticas de peixes estão dominando os ambientes, principalmente a calha do Rio Doce. E como elas são consideradas resistentes a ambientes alterados, sua dominância foi considerada indicadora da qualidade do ambiente e do impacto da lama. “Portanto, uma das conclusões do relatório foi que a assembleia de peixes estaria ameaçada por efeitos conjuntos de alterações ambientais provocadas por barragens, espécies exóticas e derramamento da lama oriunda do rompimento da barragem de Fundão”, diz o texto.
14. No trecho do chamado ambiente dulcícola – de água doce -, o estudo deixa claro que há evidências de impacto negativo e significativo na organização energética “entre níveis tróficos basais dos sistemas avaliados” (o nível alimentar) e ainda importantes alterações negativas nas integridades abióticas (são os elementos físicos, químicos ou geológicos do ambiente) e biótica (comunidades vivas) dos ambientes.
15. **ÁREA COSTEIRA MARINHA**
16. A pluma de rejeitos de mineração chegou à Foz do Rio Doce, localizada em Linhares, no dia 21 de novembro de 2015, atingindo o mar. O estudo aponta que houve um “aporte, sem precedentes, de uma carga de sedimentos, e metais, que se distribuiu ao longo do litoral, adentrando pelos movimentos das marés, às demais desembocaduras de rios, ao Sul e Norte da 102.
17. Diz ainda que é possível afirmar que o desastre ambiental resultou, nos meses subsequentes, em uma alteração aguda da condição oligotrófica (produção de alimentos) da área marinha. Esta condição apresentou implicações diretas na biota, ou seja, refletiu na vida dos seres vivos da área, “refletindo os resultados obtidos em 2015, 2016 e 2018-2019 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA) no monitoramento da biota, no que se refere aos aspectos qualitativos e quantitativos em diferentes níveis tróficos (alimentar).”
18. Para obter os resultados, foi estabelecido, relata o estudo, um critério geoquímico para identificação da ocorrência do sinal do rejeito no ambiente marinho. Ele é baseado nas concentrações de níquel (Ni), cobre (Cu), chumbo (Pb), cromo (Cr), ferro (Fe), alumínio (Al), manganês (Mn) e zinco (Zn).

19. Considera que há sinal de rejeito quando há um incremento a partir de 10% na concentração de pelo menos 6 dos 8 metais que compõem o critério, em relação aos valores de linha de base anteriores ao desastre ambiental.
20. Com base neste critério, foi identificado que na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas, em Aracruz, 80% das estações de monitoramento apresentaram sinal do rejeito. Na região de Foz, esta proporção atingiu 100% das estações analisadas. “Ainda, se considerado o critério de um incremento a partir de 50% na concentração dos metais, 73% das estações continuaram apresentando sinal de rejeito no setor APA Costa das Algas e 82% no setor Foz”, diz o texto.

21. CONTAMINAÇÃO POR METAIS

22. A maior contaminação, segundo o estudo, foi observada para a presença de ferro, e que resultou do aporte “substancial deste elemento”, em função do rompimento da barragem. “Também foi identificada, de forma geral, a presença do cromo, níquel e o cádmio em concentrações deletérias (nocivas) para a biota em todos os testemunhos avaliados”.
23. É apontado que tal contaminação de metais alterou a estrutura das comunidades bentônicas, fitoplanctônicas e zooplanctônicas na maior parte dos pontos amostrados. “Porém, mais intensamente no setor chamado Foz do Rio Doce e nas estações amostrais mais próximas à costa, ou seja, nas áreas com maior influência da pluma do rio Doce”, diz o texto.
24. De modo geral, é relatado que houve dominância de grupos taxonômicos e/ou espécies resistentes, indicadores de impactos ambientais. “As áreas mais próximas à desembocadura do Rio Doce foram caracterizadas pela ocorrência de vestígios de organismos bentônicos (conchas, carapaças, e esqueletos, etc.) em maior proporção do que organismos vivos, o que foi interpretado como evidência de impacto”, diz o estudo.
25. Em relação aos sedimentos de rejeitos de mineração e o impacto na biodiversidade, o levantamento na Foz do Rio Doce mostrou o potencial de uma alta frequência de material em ressuspensão junto ao fundo, o que pode ter impactado diretamente a macrofauna bentônica (organismos que vivem no fundo, nos sedimentos, do rio ou mar). “Os resultados obtidos apontam para fundos com lamas fluidas e uma constante ressuspensão que afetam a biota em geral”.
26. É apontado ainda que os resultados obtidos a partir da análise dos testemunhos estratigráficos (do sedimento de dejetos) já apresentaram informações para a compreensão dos impactos associados ao rompimento da barragem, “indicando um enriquecimento recente do sedimento com elementos metálicos em concentrações com potencial efeito tóxico para a biota”, destaca o estudo.

27. PEIXES

28. Os resultados apontam impactos em larvas de peixes, que tiveram destruição do trato digestório. Fato que foi mais frequente na região da foz e na APA Costa das Algas. Também ocorreu uma diminuição na abundância de larvas, quando comparados os resultados obtidos antes e após o aporte dos rejeitos de mineração na área marinha.
29. O relatório indica que há uma relação de causa e efeito entre a mudança na estrutura física das larvas e a lama de rejeitos e outras substâncias levadas para a área marinha. “A ocorrência de larvas de peixes com trato digestório destruído na região marinha e costeira adjacente após a chegada da pluma é uma evidência do impacto causado pelo acidente.”
30. Outra preocupação vem da presença das chamadas espécies oportunistas (r-estrategistas). Segundo o estudo, elas apresentam características que favorecem sua dominância em comunidades de ambientes sob estresse ecológico, como tamanho relativamente reduzido, ciclo de vida curto e alta capacidade reprodutiva, o que lhes confere a capacidade de proliferar em condições de estresse ambiental (espécies oportunistas). “O padrão observado sugere que o ambiente ainda está sob efeito de estressores (por

exemplo contaminantes), o que é reforçado pelos resultados obtidos em outros subprojetos, entre outras partes do estudo”.

31. MANGUEZAIS – CARANGUEJOS CONTAMINADOS

32. No caso dos manguezais, é dito que o estudo vem sendo feito há um ano, mas que ele já indica que houve aporte de ferro (Fe) e manganês (Mn) em condições capazes de alterar a integridade biológica e a qualidade ambiental deste sistema. “O que pode resultar em perdas econômicas e culturais”, aponta o estudo.

33. Foi verificado que houve contaminação em todos os tecidos (brânquias, hepatopâncreas e músculo) dos caranguejos avaliados, sendo que a contaminação parece estar relacionada, principalmente, com os seguintes metais: ferro (Fe), cromo (Cr), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). “A correlação entre metais e os biomarcadores mostrou que existiram diversas correlações positivas, evidenciando uma relação causa/efeito entre a bioacumulação dos metais nos tecidos dos caranguejos e o surgimento de danos bioquímicos nos mesmos”.

34. RESTINGAS

35. São relatadas evidências de alterações nas composições florísticas e alterações nos mecanismos reprodutivos delas, que podem causar risco à redução populacional de algumas espécies. “Porém, não ficando ainda muito claro a dimensão dos resultados obtidos e dos impactos associados”.

36. PRAIAS

37. Aqui, novamente, há indicativos de que a chegada da lama de rejeitos às praias afetou a fauna bentônica, os seres que vivem no fundo. “Indicando que houve uma drástica redução nos índices biológicos da macrofauna (riqueza, densidade e diversidade)”, aponta, destacando que houve ainda alteração de granulometria, declividades, entre outros fenômenos cíclicos.

38. Foram identificadas anomalias nas comunidades bentônicas, que são todos os organismos marinhos que vivem no fundo do mar, como as anêmonas, os corais, esponjas, estrelas-do-mar, até mesmo os camarões que vivem na areia. O relatório destaca que “os padrões ecológicos da comunidade bentônica apresentaram anomalias quando comparados aos padrões descritos na literatura, seja por desacordo com a tipologia da praia, seja pela presença excessiva de alguns metais”. Foram analisados os aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e geoquímicos.

39. AVES, MAMÍFEROS E TARTARUGAS MARINHAS

40. Organismos dos diversos grupos da megafauna, como aves, mamíferos e tartarugas marinhas, alguns ameaçados de extinção, frequentam a área impactada pelos dejetos de mineração, seja como área de vida, refúgio e alimentação.

41. Segundo as análises iniciais do monitoramento houve alterações de habitat, sensibilidade ao habitat mais impactado devido ao uso mais intenso e processos infecciosos incomuns derivados de provável supressão das reações imunitárias do organismo. “Um indicativo de impacto na saúde e debilidades geradas por fatores estressores para algumas espécies”.

42. Por serem espécies de vida longa, ou grande área de dispersão, serão necessários estudos mais longos para demonstrar as alterações observadas e comprovar os impactos, com possíveis perdas de diversidade genética, áreas de alimentação, gasto extra de energia, entre outros pontos.

43. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO CONTAMINADAS

44. O relatório aponta contaminação por diversos metais e substâncias presentes nos rejeitos de minério, em níveis e concentração variáveis, em todas as unidades de conservação (UCs) avaliadas, tanto nos ambientes marinhos, quanto em manguezais e restingas. São relatados ainda diversos indicadores biológicos de impactos decorrentes de ações realizadas pelo homem.

45. Foram avaliados impactos nas seguintes UCs: Área de Proteção Ambiental de Setiba; Refúgio de Vida Silvestre Santa Cruz e Área de Proteção Ambiental Costa das Algas; Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim; Reserva Biológica de Comboios e Terra Indígena de Comboios; Área de Relevante Interesse Ecológico do Degredo; Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra; Parque Nacional Marinho de Abrolhos, Área de Proteção Ambiental Ponta da Baleia/Abrolhos e Reserva Extrativista de Cassurubá.
46. RENOVA: ÁGUA PODE SER CONSUMIDA
47. Por nota, a Fundação Renova informa que a água do rio Doce pode ser consumida após passar por tratamento convencional em sistemas municipais de abastecimento. “É o que indicam os mais de 3 milhões de dados gerados anualmente pelo maior sistema de monitoramento de cursos d’água do Brasil”.
48. Acrescenta que o sistema foi criado pela Fundação Renova em 2017 para monitorar a bacia do Rio Doce, além de zona costeira e estuarina. “Todas as informações geradas sobre as condições do rio são compartilhadas com os órgãos públicos que regulam e fiscalizam as águas do Brasil.”
49. Destaca ainda que a “análise de amostras de água e sedimento de diferentes pontos do rio Doce aponta que a turbidez e a presença de metais na água registram médias semelhantes às do início de 2015 e que as condições da bacia são similares às de antes do rompimento da barragem de Fundão”. Diz ainda que a “comparação é possível porque, anteriormente, a qualidade das águas era analisada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), que iniciou o monitoramento em 1997”.
50. Em relação ao rejeito existente no fundo do rio, a Renova relata que mais de 80 especialistas foram reunidos para desenvolver o Plano de Manejo de Rejeitos. “Um conjunto de soluções que prioriza o tratamento do rejeito no rio e seu entorno, sem que ele seja retirado, o que causaria um impacto ambiental ainda maior”.
51. Assinala ainda que o "rejeito" não é tóxico, contendo essencialmente elementos do solo (rico em ferro, manganês e alumínio), sílica (areia) e água. O sedimento foi caracterizado como não perigoso em todas as amostras, segundo critérios da Norma Brasileira de Classificação de Resíduos Sólidos”, diz em nota.
52. E que as pesquisas que monitoram o solo diretamente atingido pelo rejeito desde 2015 “mostraram que não há limitações ou riscos para o plantio em propriedades atingidas pelo rejeito da barragem de Fundão e que receberam ações de reparação”.
53. Fonte: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/cinco-anos-apos-lama-rio-e-mar-ainda-sofrem-com-contaminacao-diz-estudo-1120>

Um ano após o rompimento da barragem, vídeo.

<https://www.youtube.com/watch?v=eEG7Pw2LhVQ>

AULA	QUESTÃO NORTEADORA	OBJETIVO(S) DE APRENDIZAGEM	DIMENSÕES DE APRENDIZAGEM
4	1. Quais doenças vocês acham que os metais pesados podem causar?	(P7) Identificar as doenças causadas pela ingestão desses compostos químicos. (C7) Entender quais os problemas de saúde podemos ter ao ingerir água contaminada com esses elementos químicos.	Procedimental; Conceitual.

	2. O que são metais pesados?	(C8) Entender os elementos químicos que são considerados metais pesados que causam risco à saúde humana.	Conceitual
--	------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Desenvolvimento da aula 4

- Apresentaremos vídeos sobre os metais pesados para discutirmos sobre os problemas causados por eles, como por exemplo, pessoas contaminadas por níquel, arsênio, manganês e chumbo; toneladas de rejeito de minério acumuladas na região do desastre;
- Apresentaremos a reportagem que aborda a realidade da população afetada após 5 anos do rompimento da barragem para que os alunos possam confirmar/confrontar as suas ideias sobre o meio ambiente, econômico, social e saúde. Os alunos estarão em grupo para que possam discutir no grupo antes de compartilhar suas perspectivas com a turma.
- Apresentaremos o vídeo de um ano após o rompimento da barragem para fechar a aula. Nesse vídeo temos o apontamento de algumas questões, como por exemplo não poder pescar; ter que viver apenas com o auxílio fornecido; a insegurança das pessoas que consomem os peixes; entre outros.
- Esses materiais serão apresentados para que os alunos possam refletir sobre as consequências do rompimento da barragem. Momento necessário e importante para darmos continuidade na aula 5 - criação de uma linha do tempo.

Aula 5 : Fechamento da Sequência didática e posicionamento dos alunos

O Sr. Joaquim tem uma fazenda às margens do Rio Doce, em um pequeno povoado de Barra Longa. Sua maior fonte de renda era a pesca e agricultura. Cercada pelas águas que sempre foram sinônimo de fartura. Após o rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana, sua vida e a de muitos de seus vizinhos mudaram totalmente.

A água do rio estava contaminada pelo rejeito, contendo várias substâncias tóxicas, com isso matou os peixes e tornou a água imprópria para a agricultura e também para o consumo da população.

Além de pescar, o Sr. Joaquim plantava café: três mil e quinhentos pés que rendiam setenta sacas por ano. Até a lama entupir o sistema de irrigação e acabar com o negócio. “Se eu tivesse feito a colheita esse ano, teria feito por baixo R\$ 20 mil. Para nós, depois dessa lama nosso terreno acabou”, diz ele.

Sr. Joaquim passou a ser sustentado pela Fundação Renova. Aposentou sua carteira de pescador e hoje sua família vive de um salário mínimo pago pela fundação. E a água para consumo é fornecida por caminhões pipa.

Desenvolvimento da aula 5

- Retomaremos o caso do Sr. Joaquim para que os alunos possam discutir em grupos e se posicionarem frente ao caso, unindo todas as opiniões discutidas no decorrer das atividades.
- Os alunos irão se dividir em grupo, cada um ficará responsável por uma área (meio ambiente, economia, social e saúde). Irão colocar no cartaz uma linha do tempo (passado, presente e futuro) sobre este assunto. Após a confecção terá uma apresentação e discussão dessas opiniões para a turma.
- Os cartazes serão fixados no mural da escola, para que toda a escola possa ver o trabalho dos alunos.

Referências:

BENEDETTI, E. Água- Fonte da vida- Considerações. Veterinária Notícias, Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2013.

DO CARMO, R. L.; DE SAMPAIO DAGNINO, R.; JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos de População*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 169-190, jan./jun. 2014.

DUARTE, G. W. et al. Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis: estudo de caso na jardinagem. *Revista Ciência & Cidadania*, v. 1, n. 1, p. 8-18. 2015.

MULLER, L. R. PARUSSOLO, L. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo em escolas municipais de Mamborê, Paraná. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, v. 9, n. 1, p. 95-99, jan./abr. 2014.

Anexo 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo aluno

Prezado(a) Responsável pelo aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidar o(a) aluno(a) pelo qual você é responsável a participar como voluntário da pesquisa: “Os saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC)” que será realizada na escola Estadual Marília de Dirceu, no período de 28/10/2021 a 15/12/2021.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar as relações entre os saberes docentes e a abordagem de Questões Sociocientíficas no ensino de Ciências com vistas às aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais. O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação - a partir de nossas experiências como professoras de Química e de estudos da literatura da área de Educação - de que, a abordagem de QSC permite o desenvolvimento de aprendizagens conceituais, procedimentais e a atitudinais em diferentes áreas (científica, ambiental, ética, política etc.). Nesse processo, os estudantes podem se tornar capazes de considerar aspectos morais, políticos e ambientais ao tomarem decisões e se posicionarem criticamente em relação a temas sociocientíficos com os quais eles se deparam cotidianamente. Mas, para que isso ocorra, o professor tem papel fundamental ao mobilizar diferentes saberes com a intencionalidade de promover as aprendizagens nestas três dimensões. Nesse sentido, compreender as relações entre os saberes docentes e a abordagem de Questões Sociocientíficas no ensino de Ciências é algo importante a ser investigado para melhoria do ensino envolvendo essa abordagem. Nesta pesquisa, buscaremos relacionar os saberes docentes mobilizados pelo professor ao abordar as QSC e as aprendizagens dos estudantes. Por isso, a participação do aluno mencionado neste termo será muito importante!

Para a realização desta pesquisa, as doutorandas da pós-graduação em Educação da UFOP, acompanharam as aulas do(a) professor(a) da turma, nas quais a abordagem de QSC ocorrerá. Algumas vezes elas serão acompanhadas pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa e de outros integrantes do projeto. Para a realização da pesquisa, as aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão realizadas de forma online. Todos os encontros serão gravados na plataforma Google Meet. O material escrito produzido pelo aluno ao longo dessas aulas será recolhido para compor o corpus de dados da pesquisa.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da imagem do aluno na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto, especialmente devido à gravação das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a imagem do aluno venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e estabelecimento de ensino.

Existe também o risco de exposição da imagem do aluno em função das limitações das tecnologias utilizadas. Com o intuito de reduzir este risco, as pesquisadoras

responsáveis farão o download das gravações dos encontros e dos materiais produzidos ao longo das aulas. Tais materiais serão registrados no computador pessoal das pesquisadoras e em HD externo, apagando todo e qualquer registro de plataformas virtuais, ambiente compartilhado ou "nuvem". Ainda assim, há riscos mínimos de violação destes dados e consequente limitação das pesquisadoras para assegurar total confidencialidade. Caso o aluno se recuse ou desista da participação na pesquisa, há ainda o risco de exposição da sua imagem, considerando a impossibilidade de excluir a sua imagem das gravações do encontro. Contudo, o aluno participante e você, responsável, têm assegurado o direito de que os seus dados não sejam utilizados nas pesquisas desenvolvidas.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: formação para a cidadania; e o desenvolvimento de raciocínio crítico, importante nas tomadas de decisão cotidianas a respeito de questões sociocientíficas.

Você, responsável, e o aluno participante serão esclarecidos sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e a qualquer momento. O aluno é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação nesta pesquisa é voluntária e a recusa não irá acarretar em qualquer penalidade ou perda de benefícios.

As gravações dos encontros terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, a identidade do aluno mencionado neste termo será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você e permanecerão confidenciais. Esses resultados serão divulgados no meio acadêmico-científico, mas o nome do(a) aluno(a) ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) aluno(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pelas alunas de pós-graduação e pela sua orientadora, Nilmara Braga Mozzer, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala, armários, computadores e HD externo de acesso e controle das pesquisadoras. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros das gravações serão deletados de todos os locais onde foram gravados.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e para o(a) aluno(a) participante e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@ufop.edu.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1368; no endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência, Campos Universitário, UFOP, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep.propp@ufop.edu.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, após a leitura deste termo você será solicitado a preencher o formulário com as suas informações e, caso concorde que o aluno pelo qual você é responsável participe da pesquisa, assinalar o campo declarando

O seu consentimento.

Desde já, agradeço sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,

***Obrigatório**

Professora Nilmara Braga Mozzer (Coordenadora do Projeto de Pesquisa)

A handwritten signature in blue ink, reading 'NBMozzer', with a long horizontal flourish extending to the right.

1. Declaração *

Marcar apenas uma oval.

Declaro que estou suficientemente esclarecido(a) sobre os objetivos da pesquisa “Os saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC)”. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e alterar minha decisão se assim o desejar. Fui certificado(a) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais e estou ciente dos riscos advindos da realização da pesquisa em ambientes virtuais.

Também sei que eu e o aluno pelo qual sou responsável não teremos custos nem compensações por participar desta pesquisa. Em caso de dúvidas, estou ciente de que poderei entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707, por e-mail: (nilmara@ufop.edu.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1368; no endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência, Campos Universitário, UFOP, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep.propp@ufop.edu.br. Declaro que concordo que o aluno pelo qual sou responsável participe dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Não aceito que o aluno pelo qual sou responsável participe desta pesquisa

Outro: _____

2. Nome do aluno *

3. E-mail do aluno *

4. Documento de Identidade do aluno (RG) *

5. Assinatura do Responsável pelo aluno *

6. E-mail do responsável pelo aluno *

7. Documento de Identificação do Responsável pelo aluno *
