

## Uma proposta didática com abordagem CTS para o ensino de química em uma escola de ensino médio

Pedro Toledo Netto\*; Jucélia Maria Loli\*\*

\* Professor Adjunto do Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

\*\* Universidade Federal do Paraná (UFPR).

\*Autor para correspondência e-mail: [pedro.toledo@ufpr.br](mailto:pedro.toledo@ufpr.br)

### Palavras-chave

Ciência  
Tecnologia e Sociedade (CTS)  
Ensino de química  
Brumadinho

### Keywords

Science  
Technology and Society (STS)  
Chemistry teaching  
Brumadinho

**Resumo:** Na incansável busca para fazer uma educação mais interessante e estimulante, que leve os estudantes a se apropriarem do conhecimento de forma engajada e bem fundamentada, tendo aplicações em seu cotidiano, é que pesquisadores da área de ensino de Ciências buscam se inovar. A partir de questionamentos após a Segunda Guerra Mundial, na qual ocorreu um desenvolvimento científico e tecnológico em que não se preocupou com questões ambientais e sociais é que se originou o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), visando promover o interesse dos estudantes, discutir implicações sociais e éticas, compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico. Com o anseio de formar cidadãos alfabetizados cientificamente e mais tecnologicamente participantes e críticos de suas próprias decisões é que se resolveu trazer para o campo educacional esse tipo de abordagem. Assim sendo, esse trabalho teve como objetivo investigar a percepção de estudantes do Ensino Médio de uma Escola Pública do Município de Pontal do Paraná, estado do Paraná, diante do desastre ambiental ocorrido na cidade de Brumadinho em janeiro de 2019, a partir de uma proposta CTS envolvendo questões científicas sob o ponto de vista da química atrelada às barragens de rejeitos, elencando temas da disciplina relacionados ao assunto, tais como "Concentração de Soluções" e mostrar a importância da química em questões ambientais. Os resultados obtidos diante da aplicação serviram para afirmar que diversificar as metodologias de ensino podem ser promissoras e muito interessantes na formação da cidadania.

### A teaching proposal with a CTS approach for chemistry teaching in a high school

**Abstract:** In the tireless pursuit to make an education more interesting and stimulating, which leads students to appropriate knowledge in an engaged and well-founded way, having applications in their daily lives, it is that researchers in the field of Science Teaching seek to innovate. After the Second World War, a period of scientific and technological development that was not concerned with environmental and social issues, a movement called Science, Technology and Society (STS) emerged, aiming to promote the interest of students, with discuss social and ethical implications, understanding the nature of science and scientific work. The desire to form critical people with scientific and technological thinking brought the STS approach to the educational field. Therefore, this study aimed to investigate the perception of high schoolers from a public school in the municipality of Pontal do Paraná, state of Paraná, in the face of the environmental disaster that occurred in the city of Brumadinho in January 2019, based on a STS proposal, involving scientific questions from the point of view of chemistry linked to tailings dams, listing subjects related to the subject, such as "Concentration of Solutions" and showing the importance of chemistry in environmental issues. The results obtained in the application served to affirm that diversifying the teaching methodologies can be promising and very interesting in the formation of citizenship.

Recebido em: 10/09/2022  
Aprovação final em: 20/12/2022



## Introdução

A Educação Brasileira passou por novas reformulações durante as últimas décadas com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº9394/1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCN, 2013), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000) e com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), sendo esta última mais atual e de caráter normativo e que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000), esse nível de ensino deve integrar uma educação equilibrada que tenha como propósitos equivalentes aos educandos em sua totalidade:

- A formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que situa;
- O aprimoramento como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- A preparação e orientação básica para a integração no mercado de trabalho, com competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo;
- Desenvolvimento de competências para continuar aprendendo de forma autônoma e crítica nos níveis mais complexos de estudos (PCNEM, 2000, p.1, 10).

Segundo os PCNs, a reformulação do Ensino Médio procurou atender a uma reconhecida necessidade de atualização da Educação Brasileira, tanto para impulsionar uma democratização social e cultural mais efetiva pela ampliação da parcela da juventude brasileira que completa a educação básica quanto para responder a desafios impostos pelos processos globais, que tem excluídos da vida econômica os trabalhadores não-qualificados, por conta de uma formação mais exigente (BRASIL, 2000).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio no Brasil, as práticas curriculares no ensino de Ciências Naturais são ainda marcadas pela tendência da manutenção do “conteudismo”, que se limita a reprodução do “saber de posse do professor” e “repassa” os conteúdos enciclopédicos ao aluno (BRASIL, 2006). Essa forma de transmissão de conteúdo, em que o detentor do conhecimento é somente o professor, não tem como objetivo a formação de cidadãos críticos, o que está em desacordo com a LDB.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) buscam a formação de cidadãos com autonomia intelectual, críticos, éticos e capacitados a trabalharem em uma nova realidade para o desenvolvimento da produção industrial e da economia (BRASIL, 2013).

Em relação à área de Química, nos últimos quarenta anos, foram incorporados novos objetivos tais como a formação de futuros cientistas, cidadãos mais conscientes e o desenvolvimento de conhecimento aplicável ao sistema produtivo industrial e agrícola, contudo, a abordagem dos conteúdos permaneceu a mesma.

Segundo os PCNs, o aprendizado dos alunos na área de Química, que se busca com a reformulação do Ensino Médio, deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações sociais, ambientais, políticas e econômicas. Diz ainda que é preciso objetivar o ensino que possa contribuir para uma visão



mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e para a construção da cidadania, colocando em pauta na sala de aula conhecimentos socialmente relevantes que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno (BRASIL, 2000).

Uma abordagem que atinge estes propósitos se iniciou a partir da década de 60 em países desenvolvidos com o objetivo de promover uma alfabetização científica dos estudantes e mostrando a ciência e a tecnologia como atividade humana de grande importância. Essa abordagem é conhecida como Ciência-Tecnologia -Sociedade (CTS), podendo ser entendida como um campo educacional que aborda as relações sobre explicação científica, planejamento tecnológico e soluções de problemas com tomadas de decisões sobre temas práticos de relevância social (SANTOS; MORTIMER, 2002).

A origem desse movimento CTS foi uma forma de criticar e avaliar a ciência e a tecnologia dentro de um contexto social. O despertar desse interesse se explica devido à degradação ambiental e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia voltado às guerras (criação de bombas, armas químicas e biológicas). Esses aspectos negativos e sem controle começaram a chamar mais a atenção do que seus benefícios (KOEPEL, 2003). Auler (2007) destaca que os objetivos da educação CTS são:

- Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais;
- Discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia;
- Adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico;
- Formar cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas;
- Desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

Nesse sentido, o ensino de Ciências com enfoque CTS teria como função preparar os futuros cidadãos para participarem ativamente no processo democrático de tomada de decisões na sociedade. Para tal, objetiva-se que os alunos possam compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, desenvolver a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos (SILVA; MARCONDES, 2015).

Santos e Mortimer (2002) apontam que o objetivo central da educação CTS é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos auxiliando os estudantes a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução destas. Essas propostas apontam três objetivos: aquisição de conhecimento, utilização de habilidades e desenvolvimento de valores.

Em uma abordagem CTS voltado ao Ensino de Química não é viável enfatizar o conhecimento conceitual sem que esse tenha relação com o contexto social do aluno, pois torna o aprendizado mecânico, somente com informações e teorias, desconectados da realidade (FIRME; AMARAL, 2011). A Tabela 1, a seguir, apresenta os aspectos, as concepções e suas inter-relações que constituem o ponto central de uma abordagem CTS no ensino de Ciências.



**Tabela 1 -** Concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e sociedade em uma abordagem CTS.

Aspectos da perspectiva CTS	Concepções Esperadas
1-Natureza da Ciência	Ciência – compreendida como construção humana e inserida num contexto sociocultural, que gera conhecimentos condicionados por interesses diversos.
2-Natureza da Tecnologia	Tecnologia – compreendida a partir da aplicação de conhecimentos (científicos ou não) para satisfazer as necessidades humanas, e que contribui para a construção de novos conhecimentos.
3-Natureza da Sociedade	Sociedade – compreendida como um sistema estruturado de relações sociais, no qual se compartilha uma cultura científico-tecnológica e que deve tomar parte na constituição e aplicação do conhecimento científico e tecnológico.
4-As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade	Ciência e Tecnologia – compreendidas como domínios distintos que se influenciam mutuamente na construção de conhecimentos, e que tanto promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas.

Fonte: Firme e Amaral (2011).

A proposta CTS em currículos escolares surgiu nos anos 1960, sendo primeiramente nos países industrializados da Europa, além dos Estados Unidos e Canadá, enquanto no Brasil começou a surgir a partir da década de 70, como produto do contexto econômico, político e social (SANTOS; MORTIMER, 2002). A Tabela 2 apresenta alguns estudos envolvendo a proposta em educação CTS, que incluem trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, artigos, entre outros meios de publicação realizados no Brasil.

**Tabela 2 - Estudos envolvendo a proposta de educação em CTS no Brasil.**

Referências	Local do estudo	Principais Objetivos	Principais resultados
VASCONCELLOS, 2008	UNB	Planejar, aplicar e analisar questões socioambientais no ensino de Química, assim como, auxiliar o professor na introdução de práticas a partir da abordagem CTS.	Esse trabalho tornou possível a reflexão sobre CTS, a compreensão dos alunos referente ao meio ambiente e uma perspectiva que incorpora fatores sociais.
PRSYBYCIEM, 2015	UTFPR	A contribuição da experimentação investigativa com enfoque CTS no ensino das funções inorgânicas ácidos e óxidos com enfoque CTS.	O estudo possibilitou a reflexão e a alfabetização científica e tecnológica a partir do tema e propiciou a visão crítica dos estudantes.
SOUZA, 2015	Unesp	Investigar a compreensão dos estudantes do 3º ano do ensino Médio sobre ciência, tecnologia e sociedade sobre impactos ambientais na área de cerrado no município de Bauru, São Paulo.	O estudo mostrou a eficiência no aprendizado e a formação de uma visão mais crítica dos estudantes referente a um tema ambiental assim como a construção de novos conceitos sobre ciência e tecnologia.
KLEIN, 2016	UFMS	Construção do conhecimento de reações redox a partir da temática "Poluição" com abordagem CTSA.	O desenvolvimento da temática "Poluição" na perspectiva CTSA favoreceu o ensino e a aprendizagem de Química e observou-se um avanço na construção do conhecimento dos estudantes.
STANGE, 2017	UFSCAR	Analisar as notícias no programa de rádio "A Voz do Brasil" desenvolvendo uma metodologia na construção de conteúdos de Química com uma abordagem CTS.	Demonstrou a progressão da percepção dos alunos quanto a aprendizagem no ensino de Química, e da formação de uma sociedade consciente.
ANTISZKO, 2016	UTFPR	Contribuição de uma sequência didática para o ensino de radioatividade com enfoque CTS com turmas do segundo ano do Ensino Médio.	Ao trabalhar o conteúdo radioatividade na perspectiva CTS possibilitou que os estudantes tivessem um pensamento mais crítico e mais reflexivo sobre o tema trabalhado.
KOEPSEL, 2003	UFSC	Discutir uma alternativa ao ensino tradicional observado nas escolas voltado exclusivamente para o vestibular, com macetes e músicas como forma de sucesso.	Propõe uma metodologia diferente da que é muito observada em sala de aula. Essa nova proposta favorece a reflexão e a análise crítica de diferentes problemas com enfoque CTS, favorecendo um olhar crítico e uma análise reflexiva de diversos problemas.





Tabela 2 - Estudos envolvendo a proposta de educação em CTS no Brasil.

(conclusão)

Referências	Local do estudo	Principais Objetivos	Principais resultados
NIEZER, 2017	UTFPR	Analisar quais as contribuições de um curso de formação continuada por meio de atividades experimentais investigativas no enfoque CTS para a prática pedagógica dos professores de Química.	O curso de formação continuada trouxe contribuições e subsídios para a ação docente. Considera-se com esse trabalho uma melhoria na qualidade no ensino de ciências e na formação cidadã dos estudantes.
SCHNEIDER-FELÍCIO, 2018	USP	Analisar o processo de formação de conceitos da termoquímica em meio a questões do contexto histórico-social do aluno mediadas por relações CTSA e questões sociocientíficas.	A estrutura da atividade e a mediação do professor são determinantes para que o processo de formação de conceitos da termoquímica em meio ao contexto histórico-social seja efetivado.
MELLO, 2012	UFRJ	Biorremediação como tema gerador CTSA no ensino de Química.	O uso deste tema, sob esta abordagem colabora na construção de uma imagem da Ciência contribuindo em avanços tecnológicos, visando melhorias sociais e ambientais.
SANTOS; MORTIMER, 2002	Ensaio revista Ciência e Educação.	Esse trabalho discute criticamente os pressupostos dos currículos com enfoque CTS, motivando para a elaboração de novos modelos curriculares preparando o aluno para exercer a cidadania.	Adaptação de currículos conforme a realidade do país, considerando seus aspectos econômicos, sociais e culturais e ainda, possibilitar a formação continuada de professores durante a implantação desses currículos.
AULER; BAZZO, 2001	Revista Ciência e Educação	Narrar o surgimento do movimento CTS, limitações e desafios para a inserção no contexto educacional brasileiro.	Análise sobre a falta de articulação em segmentos da indústria, agronegócio e um modelo de governo autoritário e sem participação popular atrapalham a inserção de um movimento CTS.
SILVA, 2018	UNB	Aproximação entre a Pedagogia Histórico-Crítica e o estudo das inter-relações CTS no contexto brasileiro.	A orientação pedagógica adequada ao enfoque CTS proporciona uma emancipação dos professores de Química na formação de cidadãos histórico-críticos.
OLIVEIRA, 2015	UFPR	Investigar os limites e potencialidades da abordagem CTS na disciplina de Química.	Um bom referencial teórico para a aplicação com diversas estratégias de ensino e selecionar uma temática apropriada.

Fonte: Os autores (2019).



A partir dos trabalhos encontrados na literatura, com destaque para os listados na Tabela 2, pode-se perceber a importância em mudar a prática no ambiente escolar, pois a maioria dos resultados foi satisfatório nas reflexões que os estudantes criaram, tomando como princípio a abordagem CTS. Koepsel (2003) observou que os estudantes mudaram sua postura perante a disciplina, uma vez que não era mais apenas uma disciplina isolada de Química, e sim uma maneira de encontrar respostas para algumas questões relacionadas à sua vida. Ainda afirma que, com essa abordagem, os alunos se sentiram mais valorizados, podendo expressar suas opiniões e concepções, sem que estivessem sendo avaliados.

A utilização dos temas escolhidos na abordagem CTS dos trabalhos listados na Tabela 2 proporcionou a mudança nas atitudes dos alunos diante das reflexões sobre benefícios ou malefícios da ciência e tecnologia no ambiente e na sociedade em si. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi investigar a percepção de estudantes do Ensino Médio de uma Escola Pública do Município de Pontal do Paraná, diante do desastre ambiental de Brumadinho ocorrido em janeiro de 2019, a partir de uma proposta CTS envolvendo questões científicas sob o ponto de vista da Química atrelada às barragens de rejeitos, elencando temas da disciplina relacionados ao assunto e mostrar a importância da Química em questões ambientais. Como objetivos específicos destacaram-se: (a) Identificar os principais saberes dos alunos quanto ao desastre de Brumadinho, envolvendo conceitos químicos e transpor estes saberes para o conhecimento científico por meio do enfoque CTS, visando à alfabetização científica e tecnológica; (b) Analisar as contribuições e implicações de um estudo realizado com a utilização da experimentação e experimentação investigativa em um enfoque CTS para o ensino de conceitos químicos por meio do desastre de Brumadinho; (c) Realizar um questionário sobre o enfoque CTS para abordagens de assuntos envolvendo conceitos de Química e a importância nas questões ambientais.

### Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas oito aulas de 50 minutos, respeitando a grade curricular da instituição, entre os meses de outubro e novembro junto a uma turma de segundo ano do Ensino Médio, do período noturno, ano de 2019, de um Colégio Estadual do município de Pontal do Paraná. A turma era constituída por 20 estudantes com idade entre 16 e 18 anos. Este trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

1ª Etapa: Foi realizado um questionário inicial com o objetivo de verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação a Ciência, Tecnologia, Soluções, Concentrações e Poluição Ambiental, tendo como referência o acidente ocorrido com a barragem de rejeitos na cidade de Brumadinho, observou-se o conhecimento prévio dos alunos sob o ponto de vista da Química;

2ª Etapa: Foi realizada a leitura e discussão de um texto informativo referente ao desastre com a Barragem B1 do Complexo de Córrego do Feijão em 25 de janeiro de 2019 no município de Brumadinho, Minas Gerais;

3ª Etapa: Esta etapa envolveu o planejamento e a elaboração dos planos de aulas que compuseram as práticas de ensino e com a finalidade de inserir os conceitos químicos relacionados ao tema. Os conceitos químicos abordados foram: (a) tipos de soluções em Química; (b) cálculo e tipos de concentração em Química; (c) diluição de soluções;

4ª Etapa: Os estudantes foram para o laboratório de informática fazer uso de simuladores virtuais e coletar dados das concentrações de diversos sais (cloreto de cobalto, permanganato de potássio, sulfato de cobre pentahidratado e cloreto de sódio) disponíveis na plataforma de simulação virtual de endereço <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>, utilizando cálculos



matemáticos para obter a massa em gramas depositada na solução da experimentação virtual. Foram necessárias duas aulas para concluir essa proposta;

5ª Etapa: Os alunos realizaram experimentos envolvendo os conceitos químicos citados na 3ª etapa, uma vez que o emprego de aulas práticas é uma estratégia didática importante para o processo de construção do conhecimento científico e de motivação, despertando um maior interesse entre os alunos. Para que os alunos pudessem fazer a experimentação, foram necessárias duas aulas para concluir a proposta;

6ª Etapa: Os alunos receberam amostras aquosas e tiveram que identificar quais elementos e/ou substâncias químicas estavam presentes e comparar quais estavam mais concentradas ou menos concentradas de forma qualitativa, uma vez que uma solução menos concentrada de sulfato de cobre, por exemplo, tem um tom azulado mais fraco que uma solução mais concentrada, que apresenta um tom azulado mais forte;

A Tabela 3, a seguir, sumariza a metodologia e estratégia utilizadas, destacando-se os temas das aulas, a lista de recursos e os objetivos de aprendizagem:

**Tabela 3 - Distribuição das aulas, lista de recursos e objetivos de aprendizagem.**

Aulas	Tema	Recursos didáticos	Objetivos de aprendizagem
1	Pesquisa Inicial	Atividade: Pesquisa Inicial e conversa sobre o desenvolvimento do trabalho.	- Coletar dados referentes ao conhecimento prévio dos estudantes sobre ciência, tecnologia, desastre ocorrido em Brumadinho, suas consequências ambientais e concentrações dos poluentes.
2	Problema Ambiental	Leitura e discussão do texto "O acidente em Brumadinho"; Quadro de giz.	- Recordar as informações sobre o acidente ocorrido em Brumadinho; - Analisar o conhecimento dos estudantes sobre as informações do desastre; - Conhecer a classificação e o índice de qualidade da água do rio Paraopeba.
3	Soluções, concentrações e metais pesados	Material sobre tipos de misturas, soluções, concentrações de metais pesados e informações sobre as análises de metais presentes no rio. Roteiro do estudante.	- Sistematizar o conhecimento sobre misturas, soluções e concentrações; - Relacionar o conceito de soluções com o caso Brumadinho e a concentração de metais encontrados nas águas; - Obter conhecimento dos limites aceitáveis de metais presentes em águas naturais; - Analisar gráficos referentes as concentrações após o acidente. - Analisar as consequências do descarte incorreto de metais no ambiente.
4 e 5	Universo tecnológico	Atividade: Aula feita na sala de informática com computadores e notebooks fazendo experimentação através de simuladores virtuais. Roteiro do estudante e relatório da aula.	- Conhecer sites que facilitam a aprendizagem e auxiliam na compreensão dos conteúdos; - Compreender as aplicações de soluções e concentrações de determinados sais de metais; - Coletar dados experimentais e efetuar cálculos de concentrações; - Preparar relatório dessa experiência efetuando cálculos e compreendendo a visão qualitativa e quantitativa das soluções.
6 e 7	Experimentação	Atividade: experimento sobre soluções com aferição de menisco, materiais de laboratório e sais; Roteiro do estudante com questões.	- Participar e interagir de forma ativa na elaboração de soluções com diversos tipos de sais determinando de forma quantitativa a concentração; - Conhecer as medidas exatas de certas vidrarias e sua importância; - Analisar a consequência dessas concentrações em águas naturais.
8	Desafio	Atividade: determinação de metais pesados em determinadas soluções. Roteiro do estudante.	- Resolver a situação problema em que se encontra a turma; - Diferenciar soluções concentradas ou diluídas; - Analisar as amostras por meio de sua coloração; - Identificar a presença e a espécie de metal encontrada em determinadas soluções disponíveis através de sua coloração.

Fonte: os autores (2019).



## Resultados e discussão

Nesta seção estão apresentados os resultados obtidos com a aplicação dos procedimentos metodológicos descritos na Tabela 3. A aula 1 visou compreender as concepções prévias e percepção dos alunos por meio de uma sondagem a fim de observar o conhecimento quanto às problemáticas relacionadas à CTS, assim como o conhecimento acerca do conteúdo químico e poluição ambiental. Essa sondagem foi realizada aplicando-se um questionário. Analisando as respostas dos alunos, pôde-se elencar três tópicos de análise para compreensão das concepções prévias e percepção dos estudantes, divididos em: conceito de ciência e de tecnologia, poluição ambiental e a importância do conhecimento químico em desastres ambientais. As concepções prévias dos alunos estão abordadas nos subtópicos a seguir.

**Conceito de Ciência e Tecnologia:** A análise do questionário aplicado aos estudantes na primeira aula permitiu observar que, em relação a primeira questão “Para você, o que é Ciência?”, os estudantes tiveram diferentes entendimentos sobre o que é o termo. A seguir foram elencadas algumas das respostas, das quais as identidades dos alunos foram mantidas em sigilo:

Aluno(a) E05: “Estudo que comprova fatos.”

Aluno(a) E14: “Estudo de fatos reais, somente realidade, nada de crença.”

Aluno(a) E31: “Estudo aprofundado de algo, é pesquisar, entender, testar e ampliar novos campos.”

Aluno(a) E36: “Estudos feitos por pesquisadores. Há dois tipos de ciências que são as ciências humanas, que envolve sociologia e filosofia e as ciências de estudos de exatas.”

Aluno(a) E42: “A ciência estuda tudo aquilo que tem na vida e ela cria coisas.”

Aluno(a) E43: “Um estudo de determinados casos e situações, aprofunda sempre naquilo que pode influenciar ou ajudar a humanidade”.

Os estudantes também responderam que a ciência é o “estudo aprofundado de algo”, “estudo que comprova fatos”, “estuda planetas, corpo humano, animais, natureza”. Diante dessas respostas, pôde-se observar pelas transcrições dos estudantes a presença do conhecimento empírico. Conhecimento empírico, vulgar ou senso comum é o conhecimento popular obtido por acaso, através de tentativas, por vezes ensinando, outras aprendendo, e de grande interação humana e social (CERVO; BERVIAN, 2002). A fim de analisar o entendimento dos alunos quanto ao conceito de Ciência, estão apresentados, a seguir, o significado deste termo segundo alguns autores:

(I) De acordo com Fachin (2005, pag. 20) “[...] a ciência é constituída pela observação sistemática dos fatos e que, por meio da análise e da experimentação, extraem-se resultados que passam a ser validados universalmente.”;

(II) Lakatos e Marconi (2003, p. 80) apontam que as ciências possuem: a) objetivo ou finalidade: preocupação em distinguir a característica comum ou as leis gerais que regem determinados eventos; b) função: aperfeiçoamento, através do crescente acervo de conhecimentos, da relação do homem com o seu mundo; c) objeto que é subdividido em: - material: aquilo que se pretende estudar, analisar, interpretar ou verificar, de modo geral; - formal: o enfoque especial, em face das diversas ciências que possuem o mesmo objeto material;

(III) Segundo Cervo e Bervian (2002), o termo ciência pode ser caracterizado como uma



forma de conhecimento: -objetivo, porque evidencia a realidade, não dependendo de fatores conectados ao professor; -racional, porque não leva em consideração sentimentos ou impressões; -sistemático, porque lida com ideias organizadas sistematicamente; -geral, porque visa explicar fenômenos variados e a regulamentação de leis ou normas; -verificável, consegue provar a veracidade das informações, e -falível, porque reconhece sua capacidade de errar.

Fazendo a comparação das respostas dos alunos com alguns conceitos pontuados anteriormente, foi notado que os estudantes têm um conceito de ciência como sendo uma verdade absoluta, que comprova fatos, que cria “coisas”, não havendo contestação ou questionamentos, não sendo capaz de haver erros, o que contraria os conceitos de Fachin (2005), Lakatos e Marconi (2003) e Cervo e Bervian (2002) apresentados anteriormente, bem como os PCNs, que veem a ciência como algo dinâmico e mutável. Segundo os PCNs:

A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável ajudará o estudante e o professor a terem a necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como ‘verdade absoluta’ (PCN, 2000, p. 31).

Pedi-se, também, durante a pesquisa inicial que os estudantes descrevessem o conceito de tecnologia. Algumas respostas estão elencadas a seguir:

Aluno(a) E10: “Envolve-se conhecimento técnico e científico.”

Aluno(a) E12: “É o progresso da ciência, inovação dos inventos para haver praticidade e evolução.”

Aluno(a) E14: “É o avanço da ciência, evolução que nunca para e traz conforto cada vez mais para a humanidade.”

Aluno(a) E31: “É o avanço para novas experiências, conseguir uma nova descoberta.”

Aluno(a) E33: “É qualquer instrumento ou ferramentas que o homem desenvolve para ajudá-lo.”

Aluno(a) E36: “São materiais utilizados por nós seres humanos no nosso dia a dia. A tecnologia pode envolver desde o descobrimento de uma faca até um celular.”

Aluno(a) E43: “De uma forma geral, a tecnologia é uma forma de facilitar nossas vidas, não precisando ser necessariamente uma televisão, mas sim, algo mais avançado.”

A tecnologia deve ser entendida como conhecimento que permite controlar e modificar o mundo. Está também associada diretamente ao conhecimento científico, tornando a ciência e a tecnologia indissociáveis (SANTOS; MORTIMER, 2002). A tecnologia consiste em um conjunto de atividades humanas, associadas a sistemas de símbolos, instrumentos e máquinas, visando a construção de obras e a fabricação de produtos por meio de conhecimento sistematizado (VARGAS, 1994 *apud* SANTOS, 2002). O desenvolvimento da alfabetização científica tecnológica dos alunos é objetivo central de uma educação CTS, possibilitando que construam conhecimentos, habilidades e valores para a tomada de decisões responsáveis em questões que envolvam aspectos científico-tecnológicos, além de serem capazes de atuar na resolução de problemas envolvidos nessas questões (AIKENHEAD, 1994 *apud* SOUZA, 2015).

Diante das respostas dos estudantes e dos conceitos apresentados sobre tecnologia, observou-se que, na visão deles, ela tem ligação com a ciência para o desenvolvimento



científico e bem-estar da sociedade. Ao questionar se a ciência e a tecnologia ajudam na vida das pessoas, todos responderam que sim. Eis algumas das respostas:

E31: "Sim, em vários casos, ciência por exemplo, é o estudo da cura para alguma doença. Tecnologia, se comunica com alguém do outro lado do mundo".

E33: "Mas é claro, até porque sem nenhum nem outro, eu não estaria nem vestido".

E36: "Em parte sim, pois graças ao avanço da tecnologia que a ciência tem descoberto a cura para muitas doenças, agora se em mãos erradas, a tecnologia pode destruir vidas".

A inter-relação entre ciência e tecnologia leva ao desenvolvimento de transformações tecnológicas a serviço da sociedade, que podem ser utilizadas para fins tanto construtivo como destrutivo. Como pontua Koepsel (2003), o despertar desse interesse aconteceu devido a muitos acidentes que causaram degradação ambiental e ao desenvolvimento da tecnologia voltado à guerra.

Essas informações chegaram à população, que começou a fazer questionamentos e críticas, sem ter conhecimento para conseguir interpretá-las de forma coerente. Este é um dos motivos que faz com que enfoque entre ciência, tecnologia e sociedade se torne relevante. Tendo conhecimento a partir de diversos tipos de mídia, principalmente a internet, pode-se constatar que, tanto a ciência quanto a tecnologia não são algo restrito somente a pesquisadores e cientistas da área, nem que são inatingíveis, inquestionáveis e que somente buscam benfeitoras para o progresso social. Com informação sobre ciência e tecnologia e quanto mais se conhece determinado fenômeno, sabe-se mais sobre os impactos à sociedade e ambiente (KOEPEL, 2003). Nesse sentido, pediu-se que os estudantes descrevessem sobre os benefícios e malefícios da ciência e da tecnologia e algumas considerações benéficas estão mostradas a seguir:

E12: "de modo geral, coisas, máquinas, transporte e itens que facilitam nossas ações. Medicina".

E33: "Além de facilitar a vida de muita gente e melhorar nossa vida, o ser humano não estaria aqui hoje".

E36: "Um dos benefícios é a facilidade do meio de comunicação na sociedade".

E40: "Bons, porém no mundo moderno elas facilitaram tudo. Produziu pessoas fracas e incapacitadas."

E 42: "Ela ajudou a criar vacinas para doenças e, a tecnologia ajuda em mão-de-obra."

Por outro lado, algumas respostas mostraram que os estudantes consideraram a ciência e a tecnologia algo que pode trazer malefícios para a sociedade e o ambiente. Algumas das respostas a seguir:

E(10): "Sim, através da ciência e da tecnologia existem armas, bombas atômicas e dinamite."

E(12): "Evolução e desenvolvimento de armas, produção de produtos nocivos a saúde."

E(31): "Testes que podem causar um acidente grande ou algo que possa ser prejudicial a humanidade".

E(36): "O fato de que qualquer pessoa pode hackear uma rede social de outra e assim fazer o mal uso da tecnologia."

E(40): "Elas podem ser usadas para o mal e distanciaram as pessoas de si e da nature-

za etc.”

E(41): “Tecnologias (celulares), podem viciar completamente a pessoa, fazendo ela esquecer de viver, ciência pode influenciar e ir arruinando.”

Diante do exposto, foi possível criar uma estratégia metodológica que envolveu as demais aulas de números dois a oito que foram listadas na Tabela 3.

Contextualização do caso Brumadinho para o entendimento de Soluções em Química: Segundo Chrispino (2019), a preocupação social com os impactos econômicos, sociais, ambientais, políticos, éticos e culturais da ciência e da tecnologia e uma busca maior da participação da sociedade nas decisões referentes a ciência e a tecnologia são as marcas que caracterizam um movimento CTS (CHRISPINO, 2019). Nesse sentido, foi escolhido o caso Brumadinho para execução deste trabalho, pois trata-se de um tema de relevância no Brasil e com consequências ambientais devastadoras para a população no entorno, com grande impacto social, econômico, político, ético e ambiental.

Ressalta-se que se buscou atender alguns dos itens enunciados por Santos e Mortimer (2002) para uma educação CTS, tais como: - exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social; - ocupação humana e poluição ambiental, saneamento básico, poluição dos rios e da atmosfera, saúde pública e questão agrária; - destino do lixo e impactos ao ambiente; - controle de qualidade dos produtos químicos; - produção de alimentos e a fome, transgênicos; - distribuição de terra no meio rural; - desenvolvimento industrial; - fontes energética, efeitos e impactos; - preservação ambiental, políticas de meio ambiente.

Para esclarecimento do caso Brumadinho, foi feita na segunda aula uma leitura e discussão de um texto intitulado “O acidente em Brumadinho”, relembrando as informações sobre o ocorrido, analisando o conhecimento dos estudantes sobre as informações do desastre e os impactos causados na qualidade da água, com enfoque para os metais pesados.

A fim de atender os propósitos enunciados anteriormente, os estudantes foram questionados sobre o que sabiam do caso de Brumadinho, dos impactos que o rompimento da barragem causou, bem como os tipos de poluição que poderiam ocorrer. As respostas dos alunos corroboram com a PNMA (Política Nacional do Meio Ambiente), pois a maioria respondeu que a contaminação atingiu a água e o solo e os outros responderam que poderia causar doenças. Segundo a PNMA, poluição é algo que degrada a qualidade do ambiente, que é resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudicam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criam condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetam desfavoravelmente a biota; d) afetam as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lançam matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

O texto trabalhado em aula permitiu que os estudantes soubessem que a concentração de metais pesados verificada ao longo de toda a extensão do rio Paraopeba afetada pelos rejeitos de minério estava acima dos limites máximos definidos na legislação vigente. Em consequência, a água estava imprópria para usos em todos os pontos analisados. Os estudantes souberam que os metais encontrados na água analisada em quantidades nocivas ao ambiente, à saúde humana, à fauna, aos peixes e aos organismos vivos, em toda extensão do rio, foram: ferro, cobre, manganês, cromo, alumínio, chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio, níquel, zinco. As consequências desse fato foram a suspensão do uso do rio para abastecimento de água em cidades, proibição de utilização de água para atividade humana, pesca, agricultura, entre outros. Utilizando esses contaminantes foi possível trabalhar o



conteúdo científico de soluções e concentrações buscando um comparativo, uma relação com os estudos CTS, o acidente ocorrido e a aplicação do conteúdo para melhor assimilação do conhecimento.

Conceituando Soluções e Aplicação Virtual: O estudo de Soluções e Concentrações em Química faz parte do currículo contemplado no segundo ano do Ensino Médio. Sua aplicação é vasta e devido a esse fato torna-se importante seu estudo. Para o entendimento do conteúdo, é necessário que alguns conceitos estejam previamente interiorizados pois, requer a aplicação de fórmulas e equações vinculadas a uma noção dos processos químicos.

Carmo e Marcondes (2008) apontaram que os alunos não conseguem compreender o conteúdo sobre soluções por achar que o soluto desaparece, que há quebra, fusão, precipitação, combinação ou decomposição e a solução é considerada apenas uma mistura. Para auxiliar no aprendizado foram escolhidos os tópicos apresentados na terceira aula listada na Tabela 3 (tipos de mistura, soluções e concentrações), trazendo um tema de relevância nacional (o Caso Brumadinho), a fim de aplicar os conceitos utilizando diferentes recursos com o intuito de facilitar a assimilação. Nesta terceira aula, os estudantes foram questionados se achavam que a quantidade de determinados compostos derivados da mineração pudesse causar poluição ambiental e se esses compostos poderiam ser solúveis ou insolúveis. Algumas respostas:

E(05): "Sim, demora muitos anos para que a natureza se regenere e são solúveis, pequenas quantidades já podem causar grande impacto".

E(14): "Sim, muito, demora muitos anos para que a natureza se regenere dessas pancadas de poluição em sequência e são solúveis, mas metais não, pequenas quantidades já podem causar grande impacto".

E(31): "Sim, pois quando há um nível muito grande de minérios pesados pode causar contaminação muito grande e sim, como a contaminação na água e no solo na tragédia de Brumadinho".

E(44): "Sim, porque o alumínio pode matar árvores que é nossa fonte de oxigênio, não, sim pouco não pode causar muito estrago, mas já em bastante quantidade é outra história".

Pôde-se verificar que a maioria dos estudantes acredita ter realmente acontecido uma poluição ambiental, metade da turma considerou que os compostos não são solúveis em água e o restante considerou ser solúvel ou nem responderam, o que demonstrou o desconhecimento de alguns conceitos importantes. Diante disso, aplicou-se na aula seguinte (aula 4) uma estratégia diferente para a compreensão e assimilação do conteúdo de soluções e concentrações. A turma dirigiu-se ao laboratório de informática, que por meio de um roteiro, fez uso dos recursos tecnológicos e de diversos experimentos virtuais. Segundo Niezer (2012), é importante estabelecer uma relação positiva das mídias com o espaço educativo, pois podem auxiliar no ensino-aprendizagem, possibilitando aos estudantes reconhecer que os recursos eletrônicos, como os simuladores virtuais, podem facilitar a compreensão dos acontecimentos do mundo. Segundo os PCNs (2000), "Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas".

Nesta aula, foi acessado o site <http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/2017/10/26/diferenca-entre-massa-quantidade-e-definicao-de-mol/> para entender a diferença entre massa, quantidade e a definição de mol. Após assistirem à animação, seguiram o roteiro



e acessaram o site de simulações virtuais, <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>, fazendo diversas experimentações. No roteiro foi pedido que coletassem dados para a produção de um relatório. Os estudantes não tiveram dificuldades em fazer essas experimentações, porém tiveram dificuldades em efetuar os cálculos. A aula seguinte (aula 5) foi disponibilizada para atender às dúvidas e dificuldades encontradas em efetuar estes cálculos e concluir o relatório. Foi solicitado no roteiro da prática tecnológica, a opinião dos estudantes sobre a compreensão do conteúdo de Soluções e Concentração a partir da utilização de recursos de mídia. Todos disseram ser interessante esse tipo de abordagem e que pode auxiliar na aprendizagem.

Para a maior compreensão do conteúdo, as aulas 6 e 7 foram realizadas trabalhando-se com experimentações, cujos detalhes estão descritos a seguir.

**Experimentação e Desafio:** alguns professores citam que a experimentação no ensino de Química é importante para entender conceitos trabalhados durante a aula, além disso, desperta a curiosidade, a motivação, estímulo, empolgação e reflexão. Para outros professores, ao contrário, acham que é para ocupar espaços vazios no tempo da aula e acreditam não ter efeitos produtivos no aprendizado dos estudantes (OLIVEIRA; SOARES, 2010). Para motivar os estudantes, o professor deve propor situações que possam resolver de forma autônoma, auxiliando assim na formação cidadã. A Tabela 4 evidencia os tipos de experimentação e a descrição de como se procede em cada um deles.

**Tabela 4 - Tipos de atividades de experimentação.**

Tipos de Experimentação	Descrição
Investigativa	É realizada pelo aluno, que discute ideias, elabora hipóteses e usa da experimentação para compreender os fenômenos que ocorrem. A participação do professor é dada na mediação do conhecimento.
Ilustrativa	É realizada pelo aluno que manipula todo o material sob a direção do professor. Serve para comprovar ou descobrir/redescobrir leis. O roteiro e os materiais para realização da prática já se encontram disponíveis para o aluno, que apenas realiza a atividade.
Demonstrativa	O professor é o experimentador, sujeito principal. Cabe ao aluno a atenção e o conhecimento do material utilizado. O aluno observa, anota e classifica.
Descritiva	É realizada pelo aluno sob a observação ou não do professor. O aluno entra em contato com o fenômeno.

Fonte: Oliveira e Soares (2010).

A partir da classificação apresentada na Tabela 4 foi possível escolher a experimentação considerada mais adequada à realidade da escola. Devido ao fato de o colégio não possuir laboratório disponível para as aulas experimentais, que é muito comum nas escolas públicas do Brasil, foi optado por fazer uma aula de experimentação ilustrativa, com um roteiro, reagentes e vidrarias levados pela professora para a efetivação desse momento. Foram disponibilizados no decorrer das aulas 6 e 7 os materiais necessários, porém, antes de executar a atividade os estudantes precisaram ler o roteiro e efetuar alguns cálculos juntamente com a professora para que a experimentação continuasse.



Os metais utilizados foram, em sua maioria, os mesmos da prática de simulação virtual com o objetivo de realizar uma conexão entre as aulas e, também, remeter aos metais encontrados nas análises do Rio Paraopeba, em Brumadinho, após o rompimento da barragem de rejeitos, em que esses metais foram encontrados em concentrações acima do permitido em lei. A aula consistiu em fazer uma solução de  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  dos seguintes compostos: sulfato de cobre pentahidratado, permanganato de potássio, alaranjado de metila e cloreto de cobalto. Os grupos de estudantes tiveram que escolher um composto e efetuar os cálculos necessários para encontrar a massa, em gramas, pesá-la e realizar a sua dissolução. Alguns alunos ficaram motivados em manusear as vidrarias, assim como realizar a dissoluções dos reagentes.

Com o intuito de realçar a compreensão do conteúdo de preparo de soluções, foi sugerido um desafio na última aula (aula 8). Esse desafio consistiu em analisar amostras de soluções aquosas contendo os metais já vistos pelos estudantes e que foram encontrados na água do Rio Paraopeba, a fim de contextualizar o momento. Os alunos foram instigados a identificar quais metais estavam presentes nas amostras através da coloração das soluções e determinar sua concentração, de maneira qualitativa, ou seja, como mais concentrada ou mais diluída. Para confirmar a presença de alguns metais (ferro e manganês, por exemplo), os estudantes tiveram que adicionar outros reagentes, como por exemplo: tiocianato de potássio e hidróxido de sódio. A prática foi tão interessante que a professora da escola (professora regente) comentou que esta aula seria utilizada por ela, na forma de recuperação de atividades não entregues durante o bimestre para o fechamento das notas dos alunos. A maioria dos estudantes que se propuseram a fazer esse desafio ficou curiosa e motivada em detectar os metais estudados, enquanto as maiores dificuldades em realizar essa tarefa foram sentidas apenas para os alunos que não estavam participando de forma ativa durante as aulas ao longo do semestre.

Como afirma as Orientações Curriculares (2006), a contextualização é papel central na formação da cidadania, pela reflexão crítica sobre situações reais e existenciais. Uma abordagem de temas sociais com uma experimentação que, não sendo dissociadas da teoria, possam dinamizar e facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Kato e Kawasaki (2011), existem 11 concepções de contextualização para o ensino de ciências, tais quais: realidade, vida, vivência, mundo, cotidiano, trabalho, cidadania, contexto social, contexto histórico e cultural, conhecimentos prévios do aluno e disciplinas escolares. Após fazer uma análise das aulas proporcionadas, foi observado que um ensino de forma contextualizada e mais próximo da realidade, buscando utilizar temas de relevância nacional para embasar o conteúdo científico e aplicá-los para o bem-estar da sociedade é o que torna possível uma visão crítica e uma aprendizagem efetiva.

### Conclusão

A partir de uma proposta com abordagem CTS para o ensino de Química, contemplando o conteúdo de Concentração de Soluções e abordando o desastre ocorrido em Brumadinho, houve um interesse maior dos estudantes, despertando a curiosidade pela Química, visto que não estavam acostumados com esse tipo de abordagem em seu contexto diário.

Os conteúdos contemplados em Química são vistos até hoje como conteudistas e que utilizam muitos conceitos, exigindo memorização de fórmulas e nomes. Como consequência desse processo, pesquisadores e professores estão estudando novas abordagens e metodologias para que o ensino não fique tão maçante. Pensando nisso, foi levada para a sala de aula uma nova visão e possibilidades de abordar um conteúdo, onde consegue-se



visualizar sua aplicação, fazendo toda a diferença no processo de ensino- aprendizagem. Diante disso, percebeu-se as implicações que o bom aprendizado da Química pode inferir no conhecimento do estudante, podendo intervir no meio onde vivem de forma consciente e crítica de seu papel como cidadão. Como já visto, esse é o papel central da Educação CTS.

A maior dificuldade que os estudantes tiveram foi no momento de efetuar os cálculos e estar familiarizado com alguns conceitos de Química, que não estavam internalizados. Não conseguiam diferenciar conceitos e nem a nomenclatura de algumas unidades, o que demonstra uma grande deficiência na aprendizagem, havendo necessidade de reforçar os conceitos durante as aulas. Outra dificuldade encontrada foi fazer com que os estudantes se mobilizassem pela causa e conteúdo e se sentissem críticos para opinar e buscar soluções diante do caso, além do comprometimento em participar das atividades e entregar relatórios, mesmo que a professora regente tenha dito que iria avaliar. Talvez essa dificuldade tenha acontecido porque a autora do presente trabalho não era a professora responsável pela turma. Para futuros trabalhos há que se repensar em trabalhar interdisciplinarmente para que a mobilização seja maior e, assim, pode ser que o engajamento aumente.

Não há dúvidas que está cada dia mais difícil chamar a atenção à vida intelectual, uma vez que as distrações são inúmeras, devido a facilidade de acesso as mídias digitais. Diante dos resultados das aulas aplicadas observou-se que há uma dificuldade imensa em relacionar o conteúdo sistematizado na disciplina de Química, com a aplicação na sua vivência diária, nos acontecimentos nacionais e globais e se posicionar de forma crítica exercendo assim, sua liberdade e cidadania. Nessa perspectiva, o professor deve diversificar suas estratégias de ensino e uma das opções é a aplicação de aulas com a abordagem CTS, um tema de relevância social contextualizado à realidade do estudante.

Por fim, este trabalho tentou contribuir para a formação de cidadãos críticos pela análise das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e pelo comprometimento de questões socioambientais em que se priorize a preservação do meio ambiente.

## Referências

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wJMcpHfLgzh53wZrByRpmkd/?lang=pt>. Acesso em: 10 mar. de 2019.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro. **Revista Ciência e Ensino**, v.1, n. especial, 2007. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4960414/mod\\_folder/content/0/ENFOQUE%20CI%C3%80NCIA-TECNOLOGIASOCIEDADE.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4960414/mod_folder/content/0/ENFOQUE%20CI%C3%80NCIA-TECNOLOGIASOCIEDADE.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 10 mar. de 2019.

ANTISZKO, T. R. Sequência didática para o ensino de radioatividade com enfoque CTS no ensino Médio. 2016. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2016.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente (1981). **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm). Acesso em 05 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular Etapa do Ensino Médio. Homologado em 14 de dez 2018**. SEB. CNE, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf). Acesso em 15 nov. 2019.



BRASIL. Conselho Nacional dos Direitos Humanos. **Relatório da Missão Emergencial a Brumadinho/MG após o rompimento da Barragem da Vale S/A**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.mdh.gov.br/informacao-ao-cidadao/participacao-social/conselho-nacional-de-direitos-humanos-cndh/RelatorioMissoemergencialaBrumadinho.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 01 dez. 2019.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, **Lei nº 9.394, de 20 dez 1996**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 01 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Parte III. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Bases Legais**. Parte I. Brasília: MEC/SEMTEC. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 05 dez. 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CARMO, M. P. D.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula- uma Experiencia de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/O9-AF-1806.pdf>. Acesso em: 05 mar de 2019.

CHRISPINO, Á. **Introdução aos Enfoques CTS- ciência, tecnologia e sociedade- na Educação e no Ensino**. Organização dos Estados Americanos, Caderno de Trabalho de IBERCIÊNCIA nº 4. Disponível em: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no>. Acesso em 03 dez. 2019.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

FIRME, R. D. N.; AMARAL, E. M. R. D. Analisando a implementação de uma abordagem CTS



na sala de aula de Química. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/rjXRKx5wFgVnvH6xrHc5HMN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidade de Brumadinho**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>. Acesso em: 01 dez. 2019.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de Textualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v. 17, n.1, p. 35-50, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/zD3FMD88P9qxpdxQMrHRh9w/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar de 2019.

KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio – Aproximando a escola da sociedade**. 2003. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KLEIN, S. G. **Poluição como temática para a construção do conhecimento de reações redox sob uma perspectiva CTSA**. 2016. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, D. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MELLO, R. V. M. **Biorremediação como tema gerador CTSA no Ensino de Química**. 2012. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Minas Gerais. Ministério Público do Estado de Minas Gerais. **Ação Civil Pública em Defesa do Meio Ambiente nº 1835-46, 13 mar 2019**. Minas Gerais. Proposta pelo Ministério Público contra a Vale S.A., 2019. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/portal/>. Acesso em: 05 nov. 2019

Minas Gerais. Ministério Público do Estado de Minas Gerais. **Ação Civil Pública em Defesa do Meio Ambiente. Autos nº 5000053-16.2019.8.13.0090, 29 abr. 2019**. Força Tarefa- Brumadinho Minas Gerais. Ação proposta pelo Ministério Público contra a Vale S.A. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/portal/>. Acesso em: 05 nov. 2019.

NIEZER, T. M. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS)**. 2012. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

OLIVEIRA, N; SOARES, M. H. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. *In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 2010, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R1316-1.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2019.

OLIVEIRA, S. **Limites e potencialidades do enfoque CTS no Ensino de Química utilizando a temática qualidade do ar interior**. 2015. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PRSYBYCIEM, M. M. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental**. 2015. Universidade



Tecnológica Federal de Ponta Grossa., Ponta Grossa, 2015.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpp5jqRL/?lang=pt>. Acesso em: 05 abr. de 2019.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dCKvJDvkMkH4HQZTTvRG6gQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 05 abr. de 2019.

SILVA, A.J. **Aproximações da educação científica com orientação CTS e pedagogia histórico-crítica no ensino de química**. 2018. Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SOUZA, ISABELA BERALDO DE. **A compreensão de alunos do Ensino Médio sobre as relações CTSA e a preservação de um ecossistema terrestre a partir de uma aprendizagem centrada em eventos**. 2015. 69 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

STANGE, S.M. **A construção do conhecimento em Química- no Ensino Médio- segundo a Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2017. 174 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade do Centro de Educação e Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

SCHNEIDER-FELICIO, B.V. **Formação de conceitos da Termoquímica em meio a relação CTSA e questões socio-cientistas, contribuições da teoria da atividade histórico-cultural**. 2018. 274 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

VASCONCELLOS, E.S. **Abordagem de questões socioambientais por meio de tema CTS: Análise de prática pedagógica no ensino médio de Química e proposição de atividades**. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília (UnB) Brasília, 2008.