



Estudo da compreensão dos licenciandos em química sobre a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente na elaboração de Sequência Didática Interativa

Study of chemistry undergraduates' understanding of Science-Technology-Society-Environment in the development of an Interactive Didactic Sequence

Estudio de la comprensión de los estudiantes de química sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio ambiente en el desarrollo de una Secuencia Didáctica Interactiva

Antônio Costa Neto

Fundação Universidade Federal da Grande Dourados
acn.quim@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5347-9068>

Ademir de Souza Pereira

Fundação Universidade Federal da Grande Dourados
ademirpereira@ufgd.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-3635-7349>

Resumo

A formação inicial de professor de química é um processo em constante desafio para as instituições públicas de ensino superior. Nesse sentido, esta pesquisa investigou como os licenciandos em química do Programa de Residência Pedagógica (PRP), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), mobilizam seus conhecimentos para elaboração de Sequência Didática Interativa (SDI), a partir da perspectiva CTS/CTSA para o fortalecimento da formação cidadã. A metodologia foi qualitativa e contou com a participação de oito licenciandos de química, que vivenciaram etapas formativas, ao final planejaram e apresentaram a SDI, que conduziu a formação de quatro categorias que foram verificadas pela Análise de Conteúdo (Bardin, 2021). Os resultados preliminares apontaram que os licenciandos em química compreendem quais são os temas e problemáticas da perspectiva CTS/CTSA que podem ser abordados com os conteúdos de química para fortalecer a formação cidadã de estudantes da educação básica. Ressalta-se que as discussões de CTS/CTSA precisam ser amplamente incorporadas ao ensino de química, para serem discutidas na formação inicial de professores de química.

Palavras-chave: CTS/CTSA; Ciclo formativo; Sequência Didática Interativa; Processos de Ensino e Aprendizagem.





Abstract

Initial chemistry teacher training is a constantly challenging process for public higher education institutions. In this sense, this research investigated how chemistry graduates from the Pedagogical Residency Program (PRP), at the Federal University of Grande Dourados (UFGD), mobilize their knowledge to prepare an Interactive Didactic Sequence (SDI), from the CTS/CTSA perspective. to strengthen citizenship training. The methodology was qualitative and included the participation of eight chemistry undergraduates, who experienced formative stages, at the end they planned and presented the SDI, which led to the formation of four categories that were verified by Content Analysis (Bardin, 2021). The preliminary results showed that chemistry graduates understand which themes and problems from the CTS/CTSA perspective can be addressed with chemistry content to strengthen the citizenship training of basic education students. It is noteworthy that CTS/CTSA discussions need to be widely incorporated into chemistry teaching, to be discussed in the initial training of chemistry teachers.

Keywords: STS/STSA; Training cycle; Interactive Didactic Sequence; Teaching and Learning Processes.

Resumen

La formación inicial de profesores de química es un proceso constantemente desafiante para las instituciones públicas de educación superior. En este sentido, esta investigación investigó cómo los graduados en química del Programa de Residencia Pedagógica (PRP), de la Universidad Federal de Grande Dourados (UFGD), movilizan sus conocimientos para preparar una Secuencia Didáctica Interactiva (SDI), desde la perspectiva CTS/CTSA. Fortalecer la formación ciudadana. La metodología fue cualitativa y contó con la participación de ocho estudiantes de química, quienes vivieron etapas formativas, al finalizar planificaron y presentaron el IDE, lo que dio lugar a la formación de cuatro categorías que fueron verificadas mediante Análisis de Contenido (Bardin, 2021). Los resultados preliminares mostraron que los egresados de química comprenden qué temas y problemas desde la perspectiva CTS/CTSA pueden abordarse con contenidos de química para fortalecer la formación ciudadana de los estudiantes de educación básica. Es de destacar que las discusiones CTS/CTSA deben incorporarse ampliamente en la enseñanza de la química, para ser discutidas en la formación inicial de los profesores de química.

Palabras clave: CTS/CTSA; Ciclo de formación; Secuencia Didáctica Interactiva; Procesos de Enseñanza y Aprendizaje.

Introdução

O percurso formativo do professor exige diferentes esforços acadêmicos, leituras de mundo, aprofundamentos dos documentos normativos, esforços das políticas de fortalecimento educacionais, atividades de pesquisas com foco em temáticas contemporâneas, engajamentos de projetos de extensão e principalmente o empenho humano. Além disso, há a necessidade de incorporar outros saberes do cotidiano social, sendo fundamentais nessa jornada de construção do ser professor como a gente mediador e transformador do conhecimento científico em sua atuação (Santos & Schnetzler, 1996).



No contexto da formação de professores de química entendemos que o Projeto Pedagógico de Curso (PPC), ou seja, a matriz curricular é um marcador inicial para a formação de professores. Nele está contido todo o processo orientador, que seja, a criação do curso, a carga horária exigida, o público desejado, as disciplinas e outros componentes curriculares que contemplam esse universo educacional. Porém, algumas questões/situações/problemas do dia a dia, sendo importantes para a formação docente não fazem parte da matriz e isso ocasiona em alguns obstáculos para a atuação do futuro professor de química (Santos & Auler, 2011).

Nesse sentido, chama-se a atenção para que, no processo de formação inicial de professor de química, sejam incorporados no currículo outras possibilidades de ampliar a articulação entre os conceitos científicos e temáticas potencializadoras do conhecimento. Isso é importante tanto para contribuir como para formar o professor de química com visões pedagógicas do ensinar. Favorecer o planejamento, a articulação de ações didáticas, ser comprometido com o seu fazer de sala de aula e com a formação para a cidadania (Pereira, 2019).

A incorporação da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), contribui para que questões científicas e tecnológicas sejam inseridas e articuladas com os conhecimentos científicos na formação inicial de professor de química. Temas como aquecimento global, mudanças climáticas, contaminações do solo e da água pela ação humana, queima de combustíveis fósseis, a utilização de agrotóxicos na produção alimentar, desenvolvimento de novos fármacos, produção de alimentos industrializados e a geração de energias renováveis, *fake news*, potencializam o cenário para o planejamento de ações pedagógicas do futuro professor de química (Auler & Bazzo, 2001; Ricardo, 2007; Pereira, 2019; Amaral & Elias, 2020).

Pereira (2019) destaca que os professores de química possuem um campo favorável para atuarem como intelectuais transformadores do processo educacional, pois o conhecimento trabalhado está articulado, intrinsecamente, com aspectos da Ciência e da Tecnologia (CT). Nesse sentido, por meio de sua ação mediadora de sala, esses temas podem contribuir com a formação de estudantes preocupados com as questões ambientais e sociais. Além de convidar a sociedade para discutir, tomar decisões frente aos desafios impostos pela ciência e desenvolver o pensamento crítico reflexivo com base no conhecimento químico.

A abordagem de conhecimento científico com temas da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) favorece a formação de cidadãos questionadores sobre as intenções do desenvolvimento científico e tecnológico (Souza & Gonçalves, 2011). Uma vez que, os pressupostos da autonomia, do pensamento crítico do educador Paulo Freire se aproximam do movimento CTS, em que propunha uma visão questionadora desse modelo de desenvolvimento de CT, contestando as visões equivocadas, pontos de vista lineares e que o técnico domina todas as questões com a capacidade de resolver os problemas socioambientais (Auler & Bazzo, 2001).

Assim, essa articulação pode ser proposta favorável na formação inicial de professor de química articulada a partir de projetos/programas como o Programa de Residência Pedagógica (PRP) da licenciatura em química, visto que nesse programa os estudantes têm a oportunidade de vivenciar ações na escola, acompanhado por um docente de química preceptor e um orientador. Os licenciandos em química além de planejar atividades com base



nos conteúdos podem incorporar temáticas científicas e tecnológicas para contextualizar em sala de aula, de maneira a mediar o processo de aprendizagem dos discentes da educação básica (Santos & Schnetzler, 2010). Essa situação abre um leque de oportunidades para a formação de cidadãos reflexivos, com pensamentos críticos, argumentadores e que possam tomar decisões com base no conhecimento frente às problemáticas advindas do progresso da CT (Souza & Gonçalves, 2011).

Dessa forma, o presente estudo buscou investigar como os licenciandos que atuam no Programa de Residência Pedagógica em química da Universidade Federal da Grande Dourados — Mato Grosso do Sul, Brasil — a partir de uma formação envolvendo a perspectiva CTS/CTSA, mobilizam seus conhecimentos para a elaboração de uma Sequência Didática Interativa, vista a formação cidadã de estudantes da educação básica.

Contextualização teórica

De um ponto de vista da história a organização do homem em sociedade facilitou o crescimento das populações e otimizaram as trocas comerciais das nações a partir da utilização da ciência como norteadora desse processo. Desta forma, isso impulsionou o desenvolvimento científico em diferentes categorias dos países ricos, o que culminou em favor de um pequeno grupo dominante do capital financeiro frente às demandas das sociedades, dos recursos existentes na natureza, sem levar em consideração os efeitos dos impactos ambientais e sociais no planeta terra. Nunes & Dantas (2016, p.14) afirmam que:

É notório que vivemos uma era de modernização da cultura, na qual os efeitos de C&T se fazem sentir em todas as partes do planeta interagindo culturas, modificando realidades sociais e possibilitando o contato entre pessoas separadas geograficamente. Portanto, tornou-se essencial que a compreensão de tais processos e suas consequências sejam compreendidas pela população em geral, e não apenas por especialistas.

É nesse sentido, que as discussões sobre o marco temporal em que o homem utilizou os diferentes modelos de ciência em sua beneficência, conduziu as sociedades mundiais para rumos distintos de modo a contribuir para as desigualdades sociais entre as nações. Visto dessa forma, o capital, o lucro passou a prevalecer em seus interesses pessoais, em função da vida humana e da exploração desenfreada dos recursos da natureza. Assim, conduziu para que esse desenvolvimento de CT passasse a ser repensado por alguns setores sociais sobre os interesses do crescimento científico. Nesse sentido, Cortez (2020, p. 29) aponta que:

Em todos os períodos da história humana, grupos sociais e até nações inteiras nasceram e evoluíram por influência, de modo direto ou indireto, da ciência e da tecnologia. Mesmo com algumas civilizações não percebendo e até ignorando essa relação de progresso com a ciência, é possível notá-la, nas mais variadas épocas, ficando mais fácil ainda de identificar esse elo, quando chegamos à era pré-industrial e na Revolução Científica do século XVII.



Desta maneira, a história do desenvolvimento científico destaca que os donos do capital tomam decisões arbitrárias ao explorar os recursos naturais em face à destruição do planeta terra, ignoram as consequências ambientais da fauna, flora e da própria vida humana. Nesse modelo de desenvolvimento científico a sociedade não participa dos processos de construções para o bem-estar social e ambiental, o que revela o cenário dos detentores dos interesses daqueles que dominam os direcionamentos da evolução científica. Desse modo, isso conduz a inserção da população para caminhos questionadores e que possam discutir acerca das faces do desenvolvimento científico nessa perspectiva.

Contextos de Ciência e Tecnologia

Notoriamente, a Revolução Industrial ocorrida em países dominantes do capital no século XVIII, principalmente na Inglaterra evidenciou as diversas proposições do desenvolvimento científico e tecnológico, em que objetivaram o progresso salvacionista para a humanidade. Posteriormente, outro destaque foi sobre o pensamento linear de CT disseminado, que perdurou em diferentes setores sociais com o passar dos séculos foi o discurso de que a evolução da ciência implicaria em um bem-estar social e ambiental para todos (Auler & Bazzo, 2001; Auler & Delizoicov, 2015).

Outro período da história que marcou o contexto de CT foram as intensas explorações desenfreadas dos recursos naturais direcionada para uma economia baseada na produção de artefatos tecnológicos, incentivo ao consumismo nas sociedades causando diferentes impactos ao meio ambiente e às comunidades. Desta maneira, isso provocou a rediscussão do significado de CT em uma perspectiva social e ambiental, tendo o contexto educacional como ponto de partida para fortalecer essa discussão em transformações com a inserção de sujeitos questionadores e na tomada de decisões ao exercerem a sua função social frente às questões de CT (Santos & Schnetzler, 1996; Auler & Bazzo, 2001; Ricardo, 2007; Souza & Gonçalves, 2011; Dagnino, 2014; Auler & Delizoicov, 2015).

Para tanto, é preciso reiterar que as discussões envolvendo CT partiram do surgimento do movimento CTS em meados da década de 1970 em países do Norte e da Europa, que dominavam o cenário do capital financeiro, bélico, econômico, científico e social. Assim, o movimento CTS tinha como propósito discutir no contexto educacional as intenções do crescimento de CT como significado de bem-estar social, ambiental e questionar seus interesses (Auler & Bazzo, 2001; Nunes & Dantas, 2016; Cortez, 2020). Como enfatizado por Ricardo (2007, p. 1) que, “há ainda um caminho a ser percorrido na esfera do aprofundamento didático para que tais propostas estejam presentes na sala de aula em condições normais de prática educacional e não em períodos de exceção, quando ocorrem”.

Assim sendo, a pós-década de 1950 ficou marcada pelos intensos conflitos mundiais com a disputa de poder do capital, dominação territorial e econômica. Conflitos utilizando as bombas atômicas, a guerra do Vietnã, a degradação ambiental ocasionaram danos a sociedade e a natureza. Consequentemente, provocou desconfiças por parte da sociedade sobre a questão do desenvolvimento científico e tecnológico sobre seus interesses vinculados ao bem-estar das populações (Auler & Bazzo, 2001; Dagnino, 2014). Isso resultaria em críticas e desconfiças de ativistas, ambientalistas e de educadores críticos do movimento CTS.



As correntes Européia, Norte-Americana e o Pensamento Latino-Americano em CTS

Com o desenvolvimento científico dos países ricos, as suas aplicações tecnológicas, ambientais, impactos na natureza e os problemas sociais surgiram diferentes linhas de CT a partir do movimento CTS. Assim, cada uma discutia as suas intenções frente aos descontentamentos das sociedades, que em geral já não tinham o entendimento de que o seu crescimento implicaria em bem-estar socioambiental. Destacam-se a corrente Européia, a corrente Norte-Americana e o Pensamento Latino-Americano em CTS (Nunes & Dantas, 2016; Cortez, 2020).

A corrente ou tradição Norte-Americana, como ficou conhecida tinha os Estados Unidos da América como principal país detentor e pioneiro do desenvolvimento e práticas de atividades industriais com a utilização de CT. A sua origem ficou marcada principalmente com o cunho social que ficou a critério da análise política, da visão humanística com o desenvolvimento tecnológico e a sua influência popular na sociedade. A publicação do livro *Primavera silenciosa*, de autoria de Raquel Carson, denunciava as atrocidades ambientais com a utilização de agrotóxicos em plantações, a devastação da natureza e as causas de problemas de saúde das pessoas afetaram significativamente as intenções dessa corrente (Matos, 2014; Nunes & Dantas, 2016; Cortez, 2020).

A tradição acadêmica ou corrente Europeia, como também ficou conhecida teve as suas origens por volta de 1970, na Universidade de Edimburgo na Escócia, sendo constituída principalmente por cientistas, sociólogos e engenheiros. A sua característica marcante foi investigar as influências da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico com a sua propagação naqueles países, uma vez que possuía uma forte natureza teórica e com prescrições (Cerezo, 1998; Nunes & Dantas, 2016; Cortez, 2020).

Em outro contexto do desenvolvimento de CT, com práticas de exploração e utilização dos recursos naturais na perspectiva sustentável surgiu o Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) por volta de 1960. Seus principais articuladores foram o Brasil e a Argentina, que propunham discussões sobre as relações de CTS na América Latina e com políticas públicas em defesa dessa questão. Essa linha de pensamento em CTS apresentava uma forte crítica às práticas tradicionais de exploração dos recursos naturais pelos países do Norte e Europeu. Por outro lado, defendia práticas que focassem na utilização sustentável dos recursos da natureza, minimizando os danos ambientais e a desconstrução de visão linear de CT. O PLACTS defendia criticamente um posicionamento de independência científica e tecnológica em relação as duas correntes de CTS e a criação de legislação ambiental própria como forma de superação da pobreza científica (Cerezo, 1998; Strieder, 2012; Nunes & Dantas, 2016; Cortez, 2020).

Aproximações de Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto formativo inicial de professores de química

O movimento CTS ocasionou diversas críticas e debates ao então modelo científico e tecnológico na época. Esses acontecimentos repercutiram, profundamente, para as mudanças educacionais quanto às orientações e discussões dos avanços da ciência. Por outro lado, foi fundamental



equacionar as perspectivas reflexivas e críticas na formação inicial de professor como sujeitos quem intervém para modificar contextos sociais de indivíduos para o exercício da cidadania.

A educação científica apresenta propósitos que vêm mudando o contexto sócio-histórico. Muitos desses propósitos são coincidentes com o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), o qual surgiu no contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental e de reflexão sobre o papel da ciência na sociedade (Santos, 2011, p. 21).

Dessa maneira, as discussões foram intensificadas em função dos debates de grupos ambientalistas, ativistas e educadores críticos acerca das intenções do crescimento desordenado de CT. Nesse sentido, o debate do enfoque CTS foi favorecido com as publicações dos livros de Thomas Kuhn e da bióloga Rachel Carson, que evidenciaram os cenários obscuros de utilização de CT em favor dos interesses capitalistas, que provocaram intensos impactos na natureza e afetaram a saúde humana. Essas situações de CT constituem temas geradores que podem ser atividades de pesquisas nos espaços escolares pelos professores. Assim, eles podem abordar temáticas de CT com seus discentes visando a reflexão, o pensamento crítico, a argumentação e a tomada de decisão com a utilização dos conhecimentos (Auler & Bazzo, 2001; Santos & Auler, 2011; Nunes & Dantas, 2016; Cortez, 2020).

A qualidade de vida das populações tem sido influenciada, fortemente, pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, que cada vez mais utilizam recursos naturais, geram resíduos e emitem gases poluentes na atmosfera. O avanço desenfreado de CT tem contribuído para as mudanças climáticas globais, alterando a temperatura média do planeta terra, elevado a exploração de áreas verdes, consumo excessivo dos recursos naturais e provocado danos ao meio ambiente (Nunes & Dantas, 2016).

Convidar a sociedade para participar das discussões de questões de ciência e tecnologia é essencial para que os futuros docentes de química possam contribuir no processo formativo de estudantes questionadores e que argumentam frente aos problemas socioambientais. Desta maneira, os professores de química exercem o papel de intelectual transformador do processo educativo (Pereira, 2019). O professor que assume no seu fazer pedagógico o compromisso da abordagem de questões científicas, tecnológicas, caracteriza a sua práxis na autonomia, na reflexão e na criticidade, assim contribui para a formação de discentes da educação questionadores. Porque o docente é ao mesmo tempo aquele que ensina e que aprende com seus educandos no contexto educacional (Freire, 1996; Auler & Bazzo, 2001; Nunes & Dantas, 2016).

Martins & Paixão (2011, p. 155) afirmam que a educação CTS é um instrumento transformador para compreender CT e chamam a atenção das pessoas para olharem criticamente para os problemas científicos, os impactos sociais e ambientais provocados pelo avanço de CT, pois, ao mesmo tempo “será com ela que poderemos esperar atingir o objetivo da literacia científica crítica que caracteriza as sociedades democráticas, único garante da justiça social e do desenvolvimento dos povos do mundo”.

Desta maneira, é fundamental inserir na formação inicial de professor de química a perspectiva CTSA, para que os licenciandos passam vivenciar situações de CT com os conteúdos de



química e relacionar com os diferentes contextos de aprendizados em programas como o PRP (Costa Neto, 2023).

É preciso incluir nas disciplinas curriculares temas geradores do enfoque CTSA para que sejam discutidas na formação inicial de professores de química, questões ambientais, sociais inerentes dos avanços científicos e da utilização de artefatos tecnológicos. Isso favorece que os conteúdos de química ganhem sentido no planejamento de atividades pedagógicas do professor e coloquem os estudantes como sujeitos que intervêm em contextos de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (Ricardo, 2007; Pereira et al., 2022).

Ainda, há a necessidade de romper com padrões de ensino tradicional e repensar criticamente o ensino de ciências que focalise na formação do cidadão crítico. Isso exige o envolvimento e a discussão de temas ligados às questões sociais, ambientais, éticas, morais e a sustentabilidade ambiental. Que por vez, possa proporcionar compreensões questionadoras aos estudantes acerca das interações, das intenções do crescente desenvolvimento científico e tecnológico desenfreado (Auler & Delizoicov, 2015; Auler & Bazzo, 2001; Cerezo, 1998; Nunes & Dantas, 2016).

Nesse sentido, é oportuno investigar como os participantes que atuam no subprograma da Licenciatura em Química, Programa de Residência Pedagógica (PRP), de uma Universidade Federal localizada no município de Dourados/MS, mobilizam seus conhecimentos de química para elaboração de Sequência Didática Interativa (SDI), a partir da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), articulando os conhecimentos com as temáticas que possam contribuir para a formação da cidadania dos discentes da educação básica.

Método

Para este trabalho foi selecionada a pesquisa de natureza qualitativa por envolver seres humanos, buscar coletar dados que subsidiaram e contemplaram as análises do campo da subjetividade. A partir do objetivo proposto foi possível classificar a pesquisa como sendo exploratória e com base nos instrumentos utilizados em pesquisa experimental (Gil, 2002). A pesquisa foi previamente adaptada e submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sendo aprovada e liberada para aplicação em campo.

Participaram dessa pesquisa exploratória um total de oito estudantes regularmente matriculados na Instituição Federal de Ensino, do curso de Licenciatura em Química e que desempenhavam atividades no Programa de Residência Pedagógica (PRP). Para tanto, os participantes desse trabalho assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram utilizados nomes fictícios (P1, P2 e assim por diante) para preservação da identidade dos participantes e assim os seus nomes não foram publicados, respeitando a ética e a moralidade em pesquisa envolvendo seres humanos.

Os oito participantes do PRP vivenciaram uma Sequência Didática Interativa (SDI) (Oliveira, 2019), em formato de um Ciclo Formativo (CF) e que ocorreram em duas etapas distintas de maneira remota pelo *Google Meet*. Teve a duração de um semestre letivo com encontros virtuais semanais de acordo com o cronograma estabelecido. Ocorreram a terceira etapa que contou com



a elaboração da SDI e da quarta etapa para apresentação da SDI de cada participante, que foi feita de maneira remota pelo *Google Meet*.

Os encontros foram gravados e transcritos na íntegra. Os instrumentos utilizados nesta pesquisa para a coleta dos dados foram: o relato de experiência, as transcrições dos momentos e o diário de campo do pesquisador. As SDI dos participantes constituíram o *corpus* das análises que foram estruturadas a partir de quatro categorias *a priori*: reflexão na ação envolvendo a perspectiva CTSA; pensamento crítico frente às questões do enfoque CTSA; argumentação frente às problemáticas CTSA; tomada de decisão na resolução de problema na perspectiva CTSA. Os dados foram analisados por dois vieses: qualitativo descritivo e pela metodologia de Análise de Conteúdo que constituíram as quatro categorias *a priori* (Bardin, 2021).

Resultados e sua discussão

A Sequência Didática Interativa foi aplicada aos participantes da licenciatura em química e aconteceram em quatro etapas, duas formativas com a coleta dos conhecimentos prévios sobre diferentes aspectos do enfoque CTS/CTSA e a formação de grupos de estudos com a ocorrência de um experimento químico sobre a formação do álcool etílico 70% em sua forma líquida. As duas etapas iniciais contemplaram a utilização de artigos científicos que versaram sobre temáticas da perspectiva CTS/CTSA, a confecção, utilização do álcool etílico como desinfetante contra o vírus COVID-19, com rodas de discussões e diálogos.

As duas etapas finais contemplaram o planejamento, a elaboração e a apresentação de uma proposta de SDI pelos participantes. Nas propostas dos participantes envolveram a perspectiva CTS/CTSA, a reflexão, o pensamento crítico, a argumentação, a tomada de decisões frente às questões/problemáticas científicas e tecnológicas para o fortalecimento da cidadania dos discentes da educação básica. Assim, foram constituídas quatro categorias *a priori* sobre a perspectiva CTS/CTSA.

Os dados foram analisados e discutidos a partir de dois vieses qualitativo descritivo e pela metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (2021). Os resultados estão dispostos a seguir.

Análise qualitativa descritiva dos dados

A primeira parte da verificação dos dados da pesquisa contemplou a análise qualitativa descritiva, onde os participantes foram questionados se conheciam ou não a perspectiva CTS/CTSA. As análises apontaram que os licenciandos em química vivenciaram diferentes contextos desde a própria instituição de ensino, na semana da química, em outros espaços educativos, no PIBID e nas aulas de química, o que contribuiu para seu processo de aprendizado. Nesse sentido, isso evidenciou que os participantes conhecem a perspectiva CTS/CTSA, bem como algumas estratégias de ensino e temáticas que podem ser abordadas no espaço escolar quando forem atuar no exercício da docência em química envolvendo os conteúdos.



Para tanto, foi possível identificar que os oito participantes do PRP da licenciatura em química citaram diferentes contextos onde ouviram falar sobre a perspectiva CTS/CTSA. Em vista disso, Dagnino (2014, p. 159) afirma que “Outra especificidade deste trabalho é que seu interesse ultrapassa os limites em que se realizam as atividades de Ensino CTS”. Assim, o ensino com enfoque CTS pode ser um caminho para que professores de química possam ter ainda na sua formação inicial o contato com a prática e a discussão de temas ligados a CT, que além disso possam refletir criticamente sobre as suas próprias ações docentes.

Destaca-se ainda que, as análises apontaram que as discussões em grupo de estudo, favoreceram parcialmente as interações dos participantes quando discutiam sobre os artigos científicos na rodada de conversa, quando puderam dialogar sobre cada temática envolvida de CT no artigo e como poderiam ser trabalhadas nas aulas de química. Anjos e Carbo (2019, p. 36) destacam que “Parte-se do princípio de que existe a necessidade de se educar para a formação cidadã, promovendo, assim, a alfabetização científica e tecnológica dos educandos”. O docente de química é ao mesmo tempo, aquele que intermedia a construção dos conhecimentos científicos junto aos discentes, quanto aquele que aprende com o coletivo de sala de aula, ou seja, há necessidade de refletir sobre sua ação envolvendo questões do enfoque CTS/CTSA.

Outra análise descritiva relevante foram as discussões que aconteceram após a aula experimental de química, que foi transmitida remotamente via *Google Meet*. Considera-se que a proposta da SDI sobre a produção do Álcool etílico despertou o interesse dos participantes sobre a abordagem da perspectiva da CTSA, frente ao cenário pandêmico da COVID-19. Durante as discussões sobre a experimentação da produção do álcool etílico 70%, os participantes P1, P2 e P6 relataram momentos formativos que tiveram ao relacionar o conteúdo de química com as questões científicas, tecnológicas e situações do cotidiano como seguem descritos a seguir:

P1: “[...] eu trabalho um pouco com CTS/CTSA. Assim, procuro sempre que possível, está fazendo essa contextualização para com os alunos, é porque assim, eu vejo, pelo menos na experiência que eu tive, que os alunos, eles se interessam muito mais, quando eles veem algum sentido naquilo que eles estão estudando [...]”.

P2: “Outro caso importante que eu acabei montando, foi uma Sequência Didática referente a Fake news que surgiram durante a COVID-19”.

P6: “[...] ao serem trabalhadas situações, no caso da COVID-19, pode ampliar as discussões sobre o tema considerando o enfoque CTS/CTSA”.

Compreende-se que a formação inicial de professor de química é um desafio para o próprio docente em buscar o aprender quanto para os professores formadores, ao verificarmos nas dificuldades do curso os diversos obstáculos que precisam ser enfrentados como os de relacionar os conteúdos de química com temáticas da perspectiva CTS/CTSA. Nesse sentido, Ricardo (2007, p. 1) afirma que “O ponto de partida é a compreensão do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em sua dimensão sociológica e os consequentes riscos da sua transposição para a educação formal”. Assim, estamos de acordo em tomar o movimento CTS como ponto de partida para discutir questões de CT no espaço escolar para a formação inicial de professor de química.



Ainda, durante análise qualitativa descritiva ao serem indagados acerca da perspectiva CTS/CTSA, um dos participantes se posicionou sobre as suas vivências no percurso acadêmico, com o seguinte trecho que segue transcrito:

P8: “É, eu conheci na universidade, particularmente não gosto do CTS, nem CTSA, porque quando eu fiz a minha primeira faculdade, todas as práticas de ensino, a gente só via CTS/CTSA. [...] eu acho que não sou fã dela”.

Este posicionamento de P8 chamou bastante a atenção pelo fato de que a sua compreensão da perspectiva CTS/CTSA segue o que apotam alguns pesquisadores em ciências que discutem acerca do determinismo científico, tecnológico tradicional, não atingir a visão ampliada das intenções do desenvolvimento da ciência e as graves consequências da tecnologia, o que sugerem uma formação crítico-reflexivo de CT para romper as visões lineares (Auler & Delizoicov, 2015). “Isso implica, entre outras coisas, uma nova ênfase curricular e a escolha de saberes que serão transformados em conteúdos disciplinares” (Ricardo, 2007, p. 1).

Para tanto, é necessário intervir, unir diferentes esforços acadêmicos e políticos no processo formativo de professor de química. Assim, possam ir além do processo de aprendizado de conteúdos, que contemple a formação articulada com temáticas do enfoque CTS/CTSA para favorecer a reflexão, o pensamento crítico, a argumentação e a tomada de decisão do próprio professor antes da sua atuação em sala de aula.

Análises e discussão das categorias *a priori*

A partir da metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin foram realizadas a organização dos dados, a categorização, a verificação, as análises, inferências e as interpretações (Bardin, 2021).

O seguinte caminho foi percorrido nas análises desde a pré-análise com a leitura fluente, a escolha dos documentos, passando pelas regras da exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência; posteriormente, partiu para a formulação das hipóteses e dos objetivos, referenciação do índices/a elaboração de indicadores e a preparação do material. Em seguida, na fase de exploração do material ocorreu a codificação das unidades de registro e de contextos, por fim o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação (Bardin, 2021).

A partir dessa análise as quatro categorias *a priori* foram organizadas e analisadas pela Análise de Conteúdo. Os resultados de cada categoria estão elencados abaixo (Bardin, 2021).

A análise da categoria *a priori* Reflexão na ação ou nova ação na abordagem da perspectiva CTSA mostrou que sete dos oito participantes demonstraram habilidades didáticas na elaboração da SDI de forma a evidenciar a abordagem de temáticas da perspectiva CTSA, possibilitando atividades com foco na discussão das problemáticas socioambientais de ciência e tecnologia, frente ao fortalecimento do processo de formação da cidadania dos alunos da educação básica quando aplicada.



Dois posicionamentos de P5 e P6 chamaram bastante a atenção em sua proposta em trabalhar temáticas de CT na SDI. Foram enfáticos sobre como o ato de refletir na ação pode proporcionar diferentes aprendizagens envolvendo questões da perspectiva CTS/CTSA e os conteúdos de química:

P5: “Então, quando comecei a estudar sobre CTSA, a gente acha que é mais sobre ciência e tecnologia. [...] vai percebendo que vai muito além disso. Estuda também, as racionalidades, alguns preconceitos, alguns paradigmas [...]”.

P6: “Como poderíamos diminuir a poluição do meio ambiente pelo plástico, por exemplo? Na nossa leitura, destacamos a África, mas o Brasil? Como será que tem se posicionado em relação ao meio ambiente?”.

Para isso, é preciso ponderar que estas reflexões exprimem de maneira moderada a ato da reflexão na ação nessa proposta de SDI dos participantes P5 e P6, visto que historicamente ainda há obstáculos de visões lineares de CT a serem superadas (Auler & Delizoicov, 2015). “Contudo, a EC parece permanecer em estado de crise com um crescente desinteresse dos estudantes por matérias científicas e a persistência de visões equivocadas sobre a natureza do conhecimento [...]” (Nunes & Dantas, 2016, p. 13). Isso evidencia fortalecer a discussão do processo de formação inicial de professor de química para repensar que caminhos estão sendo trabalhados e como podem ser articuladas as possibilidades de reflexão das ações de professores como a inserção de questões de CT.

As análises da categoria *a priori* pensamento crítico mostraram que sete participantes elaboraram a SDI para possibilitar a abordagem de temáticas da perspectiva CTSA para promover discussões de maneira crítica, com base no conhecimento científico e fortalecer a formação cidadã dos alunos da educação básica quando aplicada. Durante as dialogações em grupo os posicionamentos de P3 e P7 foram bastante embasados, correlacionaram a importância de temas da perspectiva CTSA sobre o que compreenderam por pensamento crítico e como trabalhar no espaço escolar. Os relatos de P3 e P7 seguem abaixo.

P3: “[...] acredito eu, por conta de os alunos conseguirem desenvolver o pensamento crítico deles, conseguir se posicionar e, propor soluções para diversos problemas, além de tá ligando a química com a realidade do dia a dia dos alunos”.

P7: “O principal conceito abordado por esse texto é a baixa e ineficaz reciclagem dos resíduos que acabam sobrecarregando os lixões e aterros sanitários das grandes cidades. [...] diferença entre o Aterro Sanitário e o Lixão, bem como os benefícios do Aterro Sanitário em relação aos Lixões”.

A abordagem do pensamento crítico na perspectiva CTS/CTSA é um longo percurso educacional, pelo fato de que compreender elementos formativos são essenciais para o exercício da atividade docente de química em uma perspectiva científica com a utilização dos conhecimentos escolares aprendidos. A capacidade de pensar, de compreender e interpretar situações de CT com profundidade fundamentada no conhecimento científico exige que o fazer docente esteja articulado nesse viés.

“Essencialmente, a educação é uma prática, mas uma prática intencionada pela teoria” (Delizoicov et al., 2002, p. 17). Sendo necessário favorecer aos futuros professores de química



oportunidades de refletirem sobre sua própria formação docente, “[...] para isto faz se necessário uma mudança de comportamento por parte dos professores para a incorporação de novas metodologias ao currículo educacional existente” (Andrade et al., 2022, p. 2). Diante disso, é necessário formar professores de química que além de dominar os conteúdos favoreçam a mediação das intervenções e ações pedagógicas para envolver temas do enfoque CTS/CTSA chamando a atenção dos estudantes para participar dessa construção colaborativa.

As análises da categoria argumentação demonstraram que seis participantes construíram a SDI para a abordagem de temáticas da perspectiva CTSA, possibilitaram a discussão para que os estudantes possam analisar, elaborar e defender seus argumentos embasados no conhecimento científico frente às problemáticas das atividades de CT. Na análise desta categoria dois posicionamentos (P5 e P8) chamaram bastante a atenção sobre as possibilidades de compreenderem a escola como espaço de promoção da argumentação:

P5: “a escola é um espaço onde ocorre a aprendizagem e há a construção do conhecimento junto com os alunos e o professor. Têm essa parte da construção dos saberes”.

P8: “A meu ver, a escola é o tempo dos saberes, é lá que a gente pode proporcionar a construção do conhecimento e do diálogo”.

Temos o entendimento de que a prática da argumentação pode ser desenvolvida em espaços formativos escolar, fora dele, onde os discentes através da mediação docente possam florescer as suas capacidades de argumentação frente ao desafios de CT como argumentarem e proporem soluções para os problemas socioambientais do contexto em que vivem. “[...] o aluno perceba as implicações sociais, políticas, econômicas e ambientais da ciência e da tecnologia. Desta forma, o ensino de ciências passa a não só ensinar ciências, mas a ensinar sobre ciências” (Amaral & Eleias, 2020, p. 6).

As análises da categoria tomada de decisão evidenciaram que sete participantes elaboraram a SDI com vista à abordagem de temáticas da perspectiva CTSA para discutirem sobre posicionamentos, a tomar decisões frente às demandas sociais e ambientais das atividades de CT. Nessa categoria dois posicionamentos chamaram a atenção no que concerne a questão da tomada de decisão nas propostas das SDI dos participantes P3 e P6, respectivamente transcritos a seguir:

P3: “Foram trazidas informações no texto, para que, posteriormente, os alunos as utilizassem para a tomada de decisão nas questões que seriam apresentadas aos mesmos”.

P6: “Na leitura, destaca-se a África, mas o Brasil? Como será que tem se posicionado em relação ao meio ambiente? ”.

Visualizamos nas propostas de P3 e P6 relevantes potenciais pedagógicos para articulação da tomada de decisões no contexto escolar, a partir dos conhecimentos químicos e questões da perspectiva CTS/CTSA quando mediadas pelo professor de química. Nesse sentido, é fundamental que o professor compreenda os estudantes se sintam parte integrante do processo de CT, pois, “[...] para o cidadão ou cidadã participar da sociedade precisa não só compreender a Química, mas entender a sociedade em que está inserido” (Santos e Schnetzler (2010, p. 13).



Conclusões

Desse estudo foi possível chegar a alguns apontamentos que são considerados relevantes para promover estudos de CT com mais aprofundamentos no processo de formação inicial de professor de química. Dessa maneira, como conclusões preliminares apontamos que, de maneira geral, foi possível evidenciar que as ações da SDI que foram desenvolvidas na formação dos participantes, contribuíram potencialmente para que os licenciandos do PRP em química compreendessem e elaborassem propostas de intervenção para a abordagem de temáticas da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, articuladas com os conteúdos de química, quando forem aplicadas nas escolas da educação básica (Pereira; Carvalho, 2020; Oliveira; Pereira, 2024).

As discussões, dialogações de temas envolvendo poluição ambiental, recursos naturais, impactos socioambientais e preservação da natureza, foram fundamentais para a formação de professores de química reflexivos e críticos quando elaboraram ações pedagógicas. As etapas formativas da SDI vivenciadas pelos participantes, evidenciaram o quanto inserir o enfoque CTS/CTSA em processos formativos de professores de química podem subsidiar olhares ampliados, visões críticas em relação às questões de ciência e tecnologia, articulados com os conteúdos de química.

Sinalizam para que questões científicas e tecnológicas sejam discutidas, dialogadas no contexto escolar acerca das problemáticas, dos desafios das atividades de CT que possibilitam fortalecer a formação cidadã dos alunos da educação básica, quando forem trabalhadas nos espaços escolares da educação básica. Por fim, destaca-se a necessidade de fortalecer cada vez mais as discussões sobre o enfoque CTS/CTSA na formação inicial de professores de química e em outras áreas do conhecimento, a fim de oportunizar atividades que contemplem vivências como no PRP e outros programas institucionais.

Por fim, entendemos que os desafios educacionais são inúmeros, precisam ser debatidos, dialogados pela comunidade científica, escolar e pela sociedade em geral, focalizado em enfrentar as questões de CT. Outrora, temos a intenção de que as transformações da emancipação de uma educação pública de qualidade, democrática e de acesso de todos sejam entendidas como processos de conquistas permanentes. Isso exige a participação e a colaboração na tomada de decisões dos sujeitos aprendentes, em uma perspectiva de reflexões, olhares críticos e questionadores enquanto sujeitos que transformam as causas sociais (Freire, 1996).

Contribuições dos autores

Antônio Costa Neto com a função de pesquisador e nível de mestrado, por isso realizou a coleta de informações, análise e escrita do texto.

Ademir de Souza Pereira com as funções de pesquisador/orientador e coordenador do Programa de Residência Pedagógica. Além disso, foi orientador de mestrado do primeiro autor, com isso auxiliou na coleta de informações, análise e orientação para escrita do texto.



Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática (PPGE-CMat), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pelo apoio no desenvolvimento e aplicação desse trabalho acadêmico.

Referências

- Amaral, C. L. C., & Elias, I. G. (2020). As Relações Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) no Ensino de Ciências da Natureza: um mapeamento na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações no período de 2013 a 2019. *Journal Research, Society and Development*, 9(10), 1-15, <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7668>
- Andrade, T. S., Souza, C., & Lima Neto, E. G. (2011). As dificuldades ressaltadas por professores na implantação de currículos com ênfase CTSA no ensino de ciências da rede pública de Aracaju-SE. *V Colóquio Internacional: Educação e contemporaneidade*, 1-16. <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10471/6/20.pdf>
- Anjos, M. S., & Carbo, L. (2019). Enfoque CTS e a atuação de professores de ciências. *Revista ACTIO: Docência em Ciências*, 4(3), 35-57. <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/9329>
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Revista Ciência & Educação*, 7(1), 1-13, <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2015). Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Revista Linhas Críticas*, 21(45), 275-296, <https://doi.org/10.26512/lc.v21i45.4525>
- Bardin, L. (2021). Análise de conteúdo. (pp. 1-281). Edições 70.
- Cerezo, J. A. L. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2(18), 41-68, <https://doi.org/10.35362/rie1801091>
- Cortez, J. (2020). A abordagem CTS na formação e na atuação docente. (pp. 1-210). Appris.
- Costa Neto, A. (2023). *Processos de ensino e aprendizagem na elaboração de sequência didática interativa utilizando a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*. Dissertação de mestrado, Ensino (Ciências e Matemática), Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia.
- Dagnino, R. (2014). Para que ensinar CTS? *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 10(3) (número especial), 156-183. <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/1476/399>
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2002). Ensino de Ciência: fundamentos e métodos. Colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. (pp. 1-364). Cortez.
- Freire, P. (1996). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. (pp. 1-76). Paz e Terra.
- Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. (pp. 1-175). Atlas.
- Matos, S. A. (2014). *Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma disciplina do curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação*. Tese de doutoramento, Educação (Educação), Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
- Nunes, A. O., & Dantas, J. M. (2016). Ensinando química: propostas a partir do enfoque CTSA. (pp. 1-118). Livraria da Física.



- Oliveira, M. M. (2019). Sequência Didática Interativa no processo de formação de professores. (pp. 1-285). Vozes.
- Oliveira, F. S., & Pereira, A. S. (2024). Abordagem PLACTS na promoção de discussões no contexto da problemática hidrológica de alagamentos no ensino de ciências. *Revista Cocar*, 23. <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/7935>
- Pereira, A. S. (2019). *Processos formativos de futuros professores de química como intelectuais transformadores: contribuições da avaliação de ciclo de vida como temática sociocientífica*. Tese de doutoramento, Educação (Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências.
- Pereira, A. S., & Carvalho, W. L. P. (2020). Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos como Temática Sociocientífica na Formação de Professores de Química como Intelectuais Transformadores. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26(e20065), 1–17. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200065>
- Pereira, A. D. S., Pereira, T. D. O., Correa, W. A., & Costa Neto, A. (2022). A utilização de um microbidigestor como recurso didático no ensino de química. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 5(1), 525–540. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n1.12638>
- Ricardo, E. C. (2007). Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Revista Ciência & Ensino*, 1(número especial), 1-12. <https://fasam.edu.br/wp-content/uploads/2020/07/Educa%C3%A7%C3%A3o-CTSA.pdf>
- Santos, W. L. P., & Auler, D. (2011). Apresentação. Santos, W. L. P. dos & Auler, D (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 1-460). Universidade de Brasília.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. Santos, W. L. P. dos & Auler, D (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 1-460). Universidade de Brasília.
- Martins, I. P., & Paixão, M. de F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. Santos, W. L. P. dos & Auler, D (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 1-460). Universidade de Brasília.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (1996). Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? *Revista Química Nova na Escola*, sem volume(4), 28-34. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2010). Educação em química: compromisso com a cidadania. (pp. 1-160). Unijuí.
- Souza, F. L., & Gonçalves, T. V. O. (2011). Bases epistemológicas subjacentes ao enfoque CTS no ensino de química. *Revista ACTA Tecnológica*, 6(2), 30-36. <https://periodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/55/80>.
- Strieder, R. B. (2012). *Abordagem CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese de doutoramento, Ensino (Interunidades), Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.