



Concepções de um professor de química sobre o ensino CTSA manifestadas na elaboração de uma sequência de ensino

The conceptions expressed by a chemistry teacher about STSE teaching in the development of a teaching sequence

Conceptions d'un professeur de chimie sur l'enseignement du STSE se manifestant par l'élaboration d'une séquence d'enseignement

Terezinha Iolanda Ayres-Pereira

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, Brasil
tere@iq.usp.br
<https://orcid.org/0000-0002-7476-5108>

Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Instituto de Química, Universidade de São Paulo, USP, Brasil

Miriam Possar do Carmo

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química, Universidade de São Paulo, USP, Brasil

Resumo

Analisamos, neste trabalho, as concepções sobre contextualização e abordagem CTSA externadas por um professor de Química do Ensino Médio, em uma escola pública de uma comunidade rural do interior de São Paulo, participante de uma ação formativa baseada no Processo de Reflexão Orientada (PRO). O professor elaborou e aplicou uma sequência de ensino, com abordagem CTSA. Para identificar suas concepções sobre contextualização e ensino CTSA utilizamos questões de respostas abertas, às quais o professor se expressou livremente e também utilizamos as manifestações presentes nas construções que elaborou durante o processo de produção da sequência. As análises sobre as visões do professor foram feitas com base nas categorias de contextualização criadas em nosso grupo e revistas por um dos autores (TIAP). As concepções manifestadas no processo de elaboração foram comparadas com as que externou no processo reflexivo. Os resultados evidenciam que o professor apresentava concepções prévias limitadas sobre essa abordagem, com foco no conhecimento científico e, no decorrer do PRO, percebeu essas limitações e buscou revê-las, manifestando o caráter relacional dessa abordagem. Nesse processo foram significativos os espaços de reflexão oferecidos pela pesquisadora, o aprofundamento de conhecimentos sobre o ensino CTSA e a vivência do professor ao organizar uma sequência autoral.

Palavras-chave: Ensino de Química, Formação continuada de professores, Contextualização, Ensino CTSA, Processo de Reflexão Orientada.



Abstract

In this work, we analyzed the conceptions about context-based teaching and CTSA approach expressed by a high school Chemistry teacher, participant of a training action based on the Oriented Reflection Process (PRO). The teacher developed and applied a teaching sequence, with a CTSA approach. To identify his conceptions about context-based teaching and CTSA approach, we applied open-ended questions, we also record the manifestations presented in his constructions during the process of producing the sequence. The analyzes of the teacher's views were made based on the contextualization categories created in our group and reviewed by one of the authors (TIAP). The conceptions expressed in the elaboration process were compared with those expressed in the reflective process. The results showed that the teacher in the beginning of the process hold limited conceptions about this approach, focusing on scientific knowledge and, during the PRO, he realized these limitations and sought to review them, recognizing the relational nature of this approach. In this process, the opportunities of reflection offered by the researcher were significant in order to contribute for deepening of knowledge about CTSA teaching.

Keywords: Chemistry Teaching, Continuing teacher training, Context-based teaching, STSE Teaching, Guided Reflection Process.

Résumé

Dans ce travail, nous avons analysé les conceptions sur la contextualisation et l'approche STSE exprimées par un professeur de chimie du secondaire, dans une école publique d'une communauté rurale de l'intérieur de São Paulo, participant à une action de formation basée sur le Processus de Réflexion Orientée (PRO). L'enseignant a élaboré et appliqué une séquence pédagogique, avec une approche STSE. Pour identifier leurs conceptions sur la contextualisation et l'enseignement du STSE, nous avons utilisé des questions ouvertes, auxquelles l'enseignant s'est exprimé librement et nous avons également utilisé les manifestations présentes dans les constructions qu'il a créées lors du processus de production de la séquence. Les analyses du point de vue de l'enseignant ont été faites à partir des catégories de contextualisation créées dans notre groupe et revues par l'un des auteurs (TIAP). Les conceptions exprimées dans le processus d'élaboration ont été comparées à celles exprimées dans le processus de réflexion. Les résultats montrent que l'enseignant avait des conceptions préalables limitées sur cette approche, axée sur les connaissances scientifiques et, lors du PRO, il s'est rendu compte de ces limites et a cherché à les revoir, démontrant le caractère relationnel de cette approche. Dans cette démarche, les espaces de réflexion offerts par le chercheur, l'approfondissement des connaissances sur l'enseignement du STSE et l'expérience de l'enseignant dans l'organisation d'une séquence auctoriale ont été significatifs.

Mots-clés: Enseignement de la chimie, Formation continue des enseignants, Contextualisation, Enseignement du STSE, Processus de réflexion guidée.

Introdução

Apresentamos, o recorte de uma investigação que teve como objetivo analisar o impacto no desenvolvimento profissional de um grupo de professores de química, participantes de um processo



formativo baseado na reflexão orientada (PRO), com foco na elaboração e aplicação de sequências de atividades que exploravam aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

O PRO é uma proposta formativa que tem como meta principal, auxiliar no desenvolvimento dos professores, para que possam avaliar suas ideias sobre o ensino e a aprendizagem, suas metodologias e práticas (Suart, 2016) e contribui para que o professor tenha oportunidade de reelaborar e reavaliar suas concepções (Bryan & Recesso, 2006). Assim, elaborar planejamentos e refletir sobre os objetivos propostos, ações a serem desenvolvidas durante e após a aplicação dessas atividades em sala de aula pode proporcionar a construção de pensamentos mais críticos, sem que reproduzam estratégias que pouco contribuem para a superação de ensino tradicional, pautado na transmissão de conteúdos aos estudantes e em aspectos conceituais desconectados de suas realidades, pouco explorando as capacidades de pensamento.

Ao encontro da proposta do PRO, a educação CTS/CTSA tem por objetivo contribuir para que a sociedade seja capaz de tomar decisões sobre temas relevantes que impactem as vidas de todos, decisões essas, alicerçadas em conhecimento científico e tecnológico (Dos Santos & Auler, 2011). Para que esse ensino possibilite a formação dos estudantes como cidadãos, precisa ter como centro temas sociais do interesse desses, com uma sequência construída de forma a permitir o desenvolvimento de habilidades de julgamento (Dos Santos & Schnetzler, 2003).

Assim, a abordagem CTSA no ensino das ciências está sendo muito defendida como uma estratégia que auxilia o desenvolvimento crítico dos alunos e os leva a pensar e resolver questões de caráter pessoal e social, ampliando suas visões de mundo. Nesta perspectiva, o professor possibilita os estudantes a confrontarem seus pontos de vista, analisarem criticamente seus argumentos, e desenvolverem capacidades, atitudes e competências que dificilmente seriam desenvolvidas em abordagens baseadas em modelos tradicionais de ensino. Para tanto, é necessário que os professores, ao planejarem sequências de atividades com essa abordagem, elaborem questões norteadoras que possam conduzir os estudantes à reflexão, à criticidade e à capacidade de julgamento. (Akahoshi & Souza & Marcondes, 2018).

Dessa forma, quando organizamos um processo formativo baseado no PRO, no qual os professores participantes constroem suas próprias sequências de aulas com abordagem CTSA, objetivamos que os participantes possam conduzir o ensino no sentido de participação mais ativa dos estudantes e voltado para a formação crítica dos mesmos. Aqui, apresentamos e analisamos as concepções sobre abordagem CTSA externadas por um dos professores participantes do PRO, nomeado P4, antes e durante essa atividade formativa.

Contextualização teórica

O ensino CTS surgiu, de acordo com Aikenhead (2005), a partir da necessidade de reavaliação da cultura científica escolar em relação ao papel da ciência, da necessidade de uma formação política que levasse os cidadãos à ação e da demanda por interdisciplinaridade. Tal perspectiva evoluiu no sentido de estabelecer relações entre a educação científica e a educação tecnológica, presentes em contextos sociais relevantes.



Segundo Aikenhead (1994), o ensino com abordagem CTS precisa partir de temas sociais associados a conhecimentos tecnológicos, que implicam conceitos científicos, possibilitando o entendimento e a ampliação do problema. Considerando a premência das questões ambientais para o planeta, optamos pela denominação CTSA, que destaca o ambiente, sugerindo que a sequência de atividades se inicie com temas sociais e ambientais.

Dessa forma, o ensino CTSA visa que os estudantes tenham ferramentas para participar ativamente de decisões da sociedade (Dos Santos & Mortimer, 2000), envolvendo com a ciência, temas políticos, econômicos, sociais, culturais, ambientais e éticos (Fernandes & Strieder, 2016), tendo como foco a formação do cidadão, capaz de compreender e buscar soluções para problemas sociais relacionados à ciência (Akahoshi & Marcondes, 2013).

Na abordagem CTSA o ensino de ciências objetiva a compreensão das relações entre os conteúdos sociais, ambientais, científicos e tecnológicos, envolvidos em situações problemáticas, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento de pensamento crítico e a capacidade de tomarem decisões de cunho pessoal e social com envolvimento em questões de forma ativa e significativa. (Akahoshi & Souza & Marcondes, 2018; Tenreiro-Vieira, 2005).

Akahoshi (2012) identificou perspectivas de contextualização apresentadas por professores de química participantes de sua investigação, a saber: problematização da realidade social, exemplificação, descrição científica de fatos e processos, compreensão da realidade social e transformação da realidade social. A autora relacionou as duas últimas perspectivas com a abordagem CTSA. Posteriormente, Ayres-Pereira (2021) a partir dos resultados de sua pesquisa, identificou quatro perspectivas de contextualização que ampliam o sistema proposto por Akahoshi: Inserção do cotidiano na Química; Aproximação da Química com o cotidiano; Pré compreensão da realidade social e Pré transformação da realidade social, também relacionando a última perspectiva citada com a abordagem CTSA.

Dessa forma, de acordo com as autoras, o entendimento de contextualização por parte dos professores de química pode indicar sua compreensão sobre a abordagem CTSA. A partir desses estudos temos um sistema composto por 4 dimensões da contextualização e 8 categorias:

- Dimensão 1 - Foco na formação do cidadão, que corresponde a concepções de contextualização que se assemelham às proposições da abordagem CTSA, com intencionalidade de promover a formação crítica e reflexiva dos estudantes. Nessa dimensão estão presentes 3 categorias:
 - Transformação da realidade social: o ensino propõe que os alunos compreendam o problema social ou ambiental, o julguem de forma crítica e proponham soluções alicerçadas em argumentos científicos e tecnológicos;
 - Pré-transformação da realidade social: também é proposto que os alunos compreendam e proponham soluções para o problema, alicerçadas em argumentos científicos e tecnológicos, porém não há ênfase no julgamento e na criticidade;
 - Compreensão da realidade social: o ensino conduz para a compreensão do problema e seu julgamento, com base em conhecimentos científicos e tecnológicos;



- Dimensão 2 - Foco na relação entre o contexto e o conhecimento químico, no qual o professor concebe o contexto como um elemento motivador para que os estudantes se aproximem dos conhecimentos químicos. Nessa dimensão estão presentes 2 categorias:
 - Pré compreensão da realidade social: É proposto que o estudante compreenda um problema social ou ambiental utilizando argumentos científicos e tecnológicos, mas não há uma ênfase em um posicionamento crítico, de forma que a habilidade de julgamento não é desenvolvida;
 - Aproximação da química com o cotidiano: Para o professor a contextualização é uma forma de reduzir a distância entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno, por simplificação de linguagem, de significados e de experimentos. A contextualização promove uma visão de mundo a partir dos conhecimentos químicos, procurando que o estudante entenda e dê significado ao cotidiano a partir do olhar da Química. O ensino não parte de um problema a ser resolvido e não intenciona desenvolver a criticidade e a habilidade de julgamento.

- Dimensão 3 - Foco na formação do conhecimento químico: quando o professor entende o contexto apenas como um exemplo dos conhecimentos químicos que está ensinando. Nessa dimensão estão presentes 3 categorias:
 - Inserção do cotidiano na química: A contextualização é vista como uma forma de transportar experiências e contextos do cotidiano para, a partir desse contexto, ensinar o conteúdo químico. Mais que exemplificar, o professor ensina o conceito a partir do cotidiano, sem, contudo, aprofundar nos aspectos sociais ou ambientais desse cotidiano. Diferente da Aproximação da química com o cotidiano, cujo foco é a relação entre o contexto e o conhecimento químico, nessa categoria o foco é o ensino da Química e o contexto é utilizado apenas para desenvolver o interesse do estudante por esse conteúdo;
 - Descrição científica de fatos e processos: Contextualizar é explicar de forma detalhada um fenômeno, um processo ou artefato tecnológico com o objetivo de ilustrar um conteúdo científico que se quer ensinar.
 - Exemplificação: Contextualização é vista como trazer exemplos que ilustram conceitos ou ideias científicas que estão sendo ensinados. O objetivo do ensino é a formação do conceito científico e o contexto é apenas uma forma de atingir esse objetivo. Diferente da inserção do cotidiano na Química e da Descrição científica de fatos e processos, o contexto não é explorado de nenhuma forma, é apenas citado brevemente e o professor rapidamente retorna para o ensino do conhecimento químico, que é seu foco.

- Dimensão 4, na qual o professor não manifesta compreensão do que entende por contextualização.



Johnstone (1993), propõe que o conhecimento químico é entendido em três domínios, correspondentes aos aspectos macroscópicos, submicroscópicos e simbólicos, representando-os sob a forma de um triângulo. Entendemos que as categorias de contextualização que compõem a dimensão 3 do sistema elaborado, Exemplificação, Descrição científica de fatos e processos e Inserção do cotidiano na Química, tem como foco a formação conceitual e estão inseridas nessa área triangular.

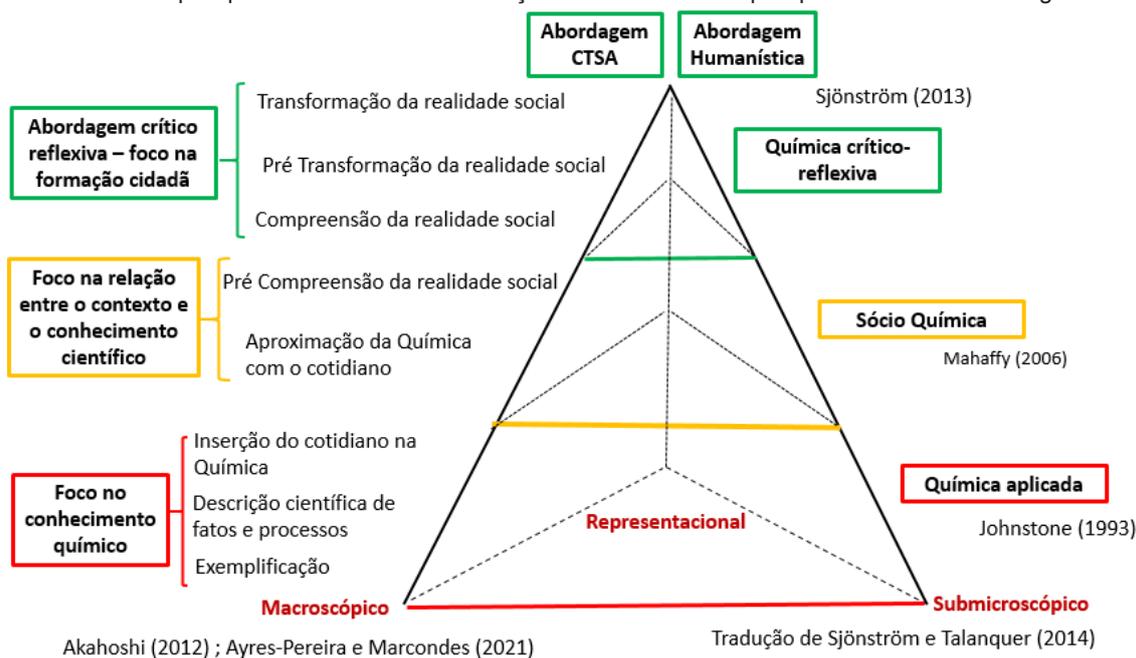
Mahaffy (2006), partindo da base triangular proposta por Johnstone a amplia ao adicionar a ela uma abordagem humanística, formando assim um tetraedro, com a inclusão de contextos e práticas de produção, discussões amplas sobre aspectos econômicos, sociais, políticos, dentre outros envolvidos na vida dos estudantes, em uma abordagem entendida como sócio química, de forma que podemos fazer um paralelo entre essa representação e as categorias de contextualização da dimensão 2, Aproximação da química com o cotidiano e Pré-compreensão da realidade social, que têm foco na relação entre o conhecimento científico e o contexto.

Sjönström (2013) propõe incluir a problematização dos aspectos conceituais e humanísticos à representação elaborada por Mahaffy, possibilitando ao estudante que participe ativamente da análise, discussão e reflexão sobre situações que envolvam a interação entre aspectos científicos, sociais, tecnológicos, ambientais e históricos da química na sociedade, como ferramentas para a tomada de decisão na solução de problemas (Sjönström & Talanquer, 2014). Assim, a perspectiva crítico-reflexiva proposta pelos autores, aproxima-se das perspectivas de contextualização presentes na dimensão 1, Compreensão da realidade social, Transformação da realidade social e Pré-transformação da realidade social, visto que essas estão relacionadas com a formação do cidadão crítico e reflexivo, de forma que essa perspectiva crítico-reflexiva pode ser entendida como a abordagem CTSA. A figura nº1, elaborada por Ayres-Pereira e Marcondes (2023) faz uma releitura da representação tetraédrica apresentada por Sjönström e Talanquer (2014), relacionando-a com as perspectivas de contextualização utilizadas nesta pesquisa e com a abordagem CTSA.

Um destaque dessa representação é a sua base triangular, conceitual, que nos indica ser fundamental que a tomada de decisões em uma abordagem CTSA seja alicerçada em conhecimento químico, de forma que a sequência de aulas com essa abordagem não pode prescindir desse conhecimento. Dessa forma, é preciso que os professores dominem conteúdos sobre o que ensinam e saibam preparar atividades consistentes com abordagens que possibilitem o estabelecimento de relações CTSA.



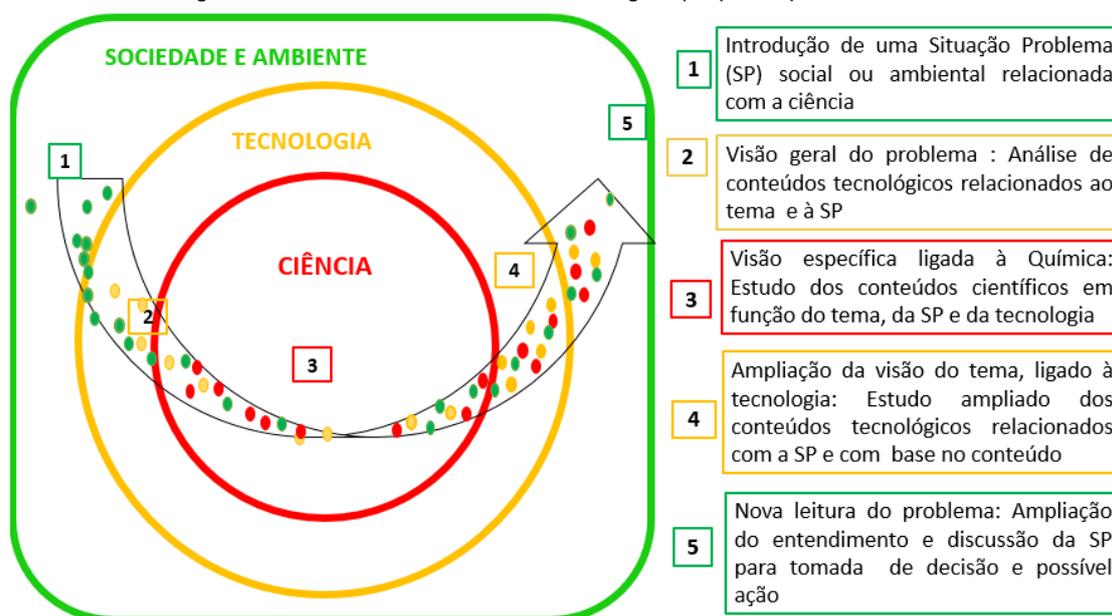
Figura 1. Releitura da representação tetraédrica apresentada por Sjöström e Talanquer (2014), relacionando-a com as perspectivas de contextualização utilizadas nesta pesquisa e com a abordagem CTSA.



Legenda: Elaborado por Ayres-Pereira e Marcondes (2023)

O modelo metodológico proposto por Aikenhead (1994), enfatiza a importância de que o ensino com abordagem CTSA conduza os estudantes a construir argumentos fundamentados em conhecimentos científicos. De acordo com esse modelo, a sequência tem início a partir de uma situação problema (SP) social ou ambiental, que se relacione a conteúdos científicos e tecnológicos, propiciando que os estudantes, de forma ativa e reflexiva, compreendam e busquem soluções informadas para o referido problema. Uma releitura desse modelo é apresentada na figura nº 2. Nesse modelo a seta larga representa a SP, que deve perpassar toda a sequência, conduzindo e sendo conduzida pelos conteúdos, representados pelas bolinhas.

Figura 2. Releitura do Modelo metodológico proposto por Aikenhead.

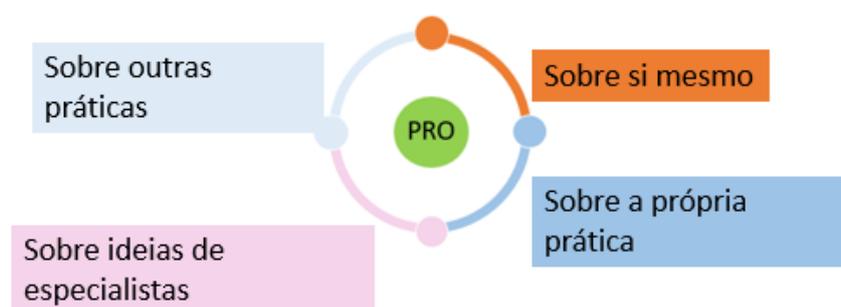


Legenda: tradução e releitura nossa, a partir de Aikenhead (1994)

A articulação dos conhecimentos científicos, tecnológicos com o contexto social, têm se tornado um desafio no ensino com o intuito de preparar cidadãos capacitados para julgar, avaliar e analisar as limitações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico no contexto social. Por esse motivo, a produção autoral de atividades de ensino com abordagem CTSA é nosso objeto de atenção, almejando que os participantes reflitam sobre suas próprias ideias e práticas e também sobre ideias e práticas de outros. Para essa produção utilizamos como modelo a proposta de Aikenhead, de forma que a proposta de que os professores elaborem sequências de atividades com abordagem CTSA no bojo de encontros do PRO possa ser significativa para a formação desses.

Segundo Bryan e Recesso (2006), se o professor tiver oportunidade de pesquisar sua prática, revisando, contrastando e refletindo sobre a mesma e a de outros, por meio do PRO, poderá desenvolver a capacidade de pensar questões que melhorem sua prática. Alguns contextos nos quais os professores podem vivenciar, poderão contemplar este processo, tais como: reflexão sobre outras práticas de ensino, por meio de materiais de mídia, artigos, relatos de experiências; reflexão sobre a opinião de educadores e pesquisadores, por meio de artigos, livros, entrevistas; reflexão sobre si mesmo, como aprendiz de Ciências, por meio de atividades científicas; reflexão sobre sua própria prática, por meio de experiências de campo (Abell & Bryan, 1997). Com esses objetivos, organizamos encontros do PRO, estimulando a reflexão dos participantes em diferentes perspectivas, conforme representado na figura nº3 .

Figura 3. Representação do Processo de Reflexão Orientada – PRO



Legenda: Representação do Processo de Reflexão Orientada – PRO (Bryan & Recesso, 2006)

Suart e Marcondes (2022) destacam que a reflexão dos professores sobre suas ações e concepções se torna de extrema relevância para o desenvolvimento de atividades de ensino mais adequadas. Assim, ter oportunidade de refletir e descrever suas próprias práticas, revisar suas ideias, dará ao professor maior clareza do ensino e aprendizagem de ciências e o PRO, têm se mostrado uma estratégia eficaz.

Método

A pesquisa é de natureza qualitativa, pelo contato direto entre a pesquisadora e os professores participantes, com foco na compreensão das concepções, construções e processos pelos quais passam esses sujeitos (Bogdan & Biklen, 1994). Tem CEP (comitê de ética em pesquisa) aprovado, todos os instrumentos são validados por pesquisadores e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento e Livre Esclarecido. Participaram da pesquisa 10 professores que, organizados em grupos, elaboraram 5 sequências de atividades autorais com abordagem CTSA, durante encontros do PRO.

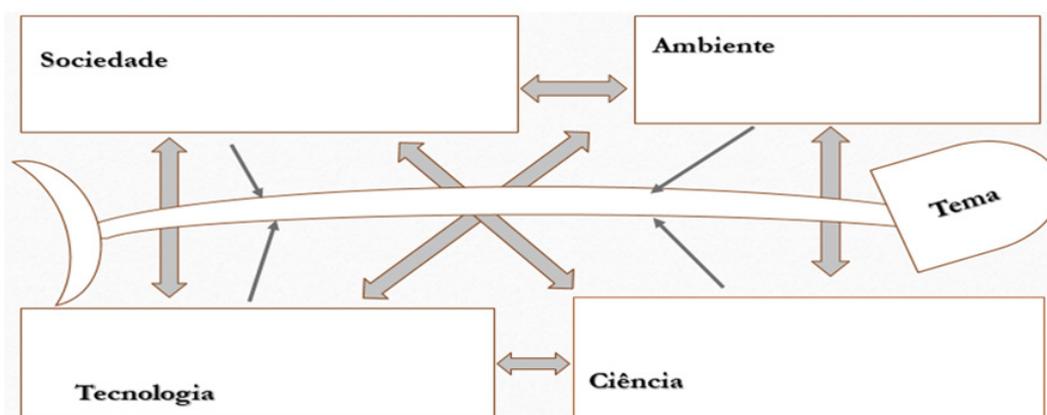
Analizamos neste artigo as concepções sobre contextualização e ensino CTSA expressas por um dos professores participantes do PRO, P4. O processo formativo de P4 foi escolhido como objeto de investigação para este trabalho porque ele respondeu a todos os instrumentos propostos durante um curso, anterior aos encontros e oferecido pela pesquisadora, finalizou a elaboração e aplicação das aulas e também respondeu ao instrumento reflexivo proposto ao final. P4 é professor de Química para o Ensino Médio em escola pública de uma comunidade rural no interior de São Paulo. Ele iniciou o PRO em parceria com uma professora que trabalha em uma escola rural do interior do estado de Goiás e os dois decidiram pelo tema Agrotóxicos, porém a professora desistiu dos encontros por motivo de saúde e P4 optou por continuar de forma individual, com a pesquisadora. São analisadas suas respostas ao instrumento 1, aplicado anteriormente ao PRO e suas concepções sobre contextualização e abordagem CTSA, manifestadas durante o PRO, utilizando as gravações e construções que elaborou.

O instrumento 1 foi aplicado no ato de inscrição dos professores, que participaram de um curso intitulado “Princípios da contextualização e da abordagem CTSA no ensino de Química”, oferecido pelas pesquisadoras anteriormente aos encontros do PRO. Ele é composto por 3 questões que visam conhecer as concepções prévias dos professores sobre a contextualização e abordagem CTSA: 1. O que você entende por contextualizar o ensino de química? 2. Considerando o seu ensino, cite um exemplo ou momento que você considera que atuou para promover a contextualização. 3. O que significa, para você, uma abordagem CTSA no ensino de química? As respostas dos professores foram submetidas a leitura exaustiva.

As respostas às questões 1 e 2 foram classificadas em relação a um sistema de categorias sobre contextualização anteriormente apresentado (figura nº 1). As respostas à questão 3 foram analisadas em separado, buscando compreender suas manifestações e posteriormente compará-las com suas perspectivas de contextualização externadas nas questões 1 e 2.

Os encontros do PRO foram gravados e nas manifestações dos professores nesse percurso, buscamos compreender suas concepções de contextualização e abordagem CTSA. Também, os professores elaboraram algumas construções nas quais suas concepções puderam emergir: o modelo metodológico baseado em Aikenhead (1994), já apresentado na figura nº2 e a espinha quadrado CTSA (figura nº4). A espinha é uma construção proposta por nós (Ayres-Pereira, 2021), tendo como referência o diagrama de Ishikawa (Campos, 1992) e o esquema de conteúdos CTSA proposto por Akahoshi (2012). Por meio de uma tempestade de ideias, os professores listaram livremente conteúdos de C, T, S e A que consideraram relacionados ao tema que escolheram para a sequência de aulas CTSA, sem as amarras do número de aulas, ou da própria sequência.

Figura 4. Modelo da espinha CTSA.



Legenda: Elaborado pelas autoras

Após essa manifestação os professores foram convidados a construir uma situação problema (SP) social ou ambiental, que pudesse conduzir a sequência de aulas, sendo proposto que além



de conduzir os conteúdos científicos e tecnológicos, a SP estimule a criticidade dos estudantes, de forma que eles busquem soluções informadas para a mesma. A partir da SP, da definição do número de aulas destinado à sequência e das concepções prévias dos estudantes, os professores são convidados a refletir sobre a espinha CTSA elaborada anteriormente, selecionando os conteúdos que possam auxiliar os estudantes a encontrar respostas para a SP e organizando-os no modelo metodológico. O passo seguinte é a elaboração das aulas da sequência. Apesar desse esquema geral, a dinâmica dos PROs foi diferente para cada grupo participante, dependendo exclusivamente das necessidades que manifestaram.

Resultados e sua discussão

P4 participou de 37 encontros do PRO com a pesquisadora, cada encontro perfazendo em média 2 horas. As atividades realizadas nos encontros, assim como a dinâmica de cada encontro podem ser representadas pela figura nº5.

Figura 5. Atividades realizadas e dinâmica dos encontros do PRO com P4.

Atividades realizadas	Encontro do PRO																																					
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Ideias iniciais - definição do tema	■	■	■	■	■																																	
Espinha CTSA																																						
Elaboração da SP																																						
Construção do M.M. de Aikenhead																																						
Elaboração do questionário concepções prévias																																						
Análise das concepções prévias dos alunos																																						
Construção da sequência de aulas																																						
Análise da SP e da sequência																																						
Construção de cada aula																																						
Análise da SP e das aulas elaboradas																																						
Análise da sequência após a aplicação das aulas																																						

Legenda: Elaborado pelas autoras

A dinâmica de atividades desenvolvidas por P4 durante os encontros do PRO demonstra que seu processo reflexivo resultou em diversos momentos de reelaboração, especialmente da SP, mas também da sequência de aulas. Cabe destacar que o grande número de encontros destinados à análise das concepções prévias dos seus estudantes se deu pelo fato de, após ter elaborado e aplicado o questionário, o professor, incentivado pelas pesquisadoras, participou ativamente da elaboração de um trabalho no qual as concepções dos estudantes foram analisadas, trabalho esse que foi apresentado oralmente em congresso nacional (Oliveira & Marcondes & Ayres-Pereira, 2023). É possível que esse trabalho de análise possa ter influenciado no maior interesse do professor em reconstruir a SP e a sequência, visando atender às demandas manifestadas pelos estudantes.

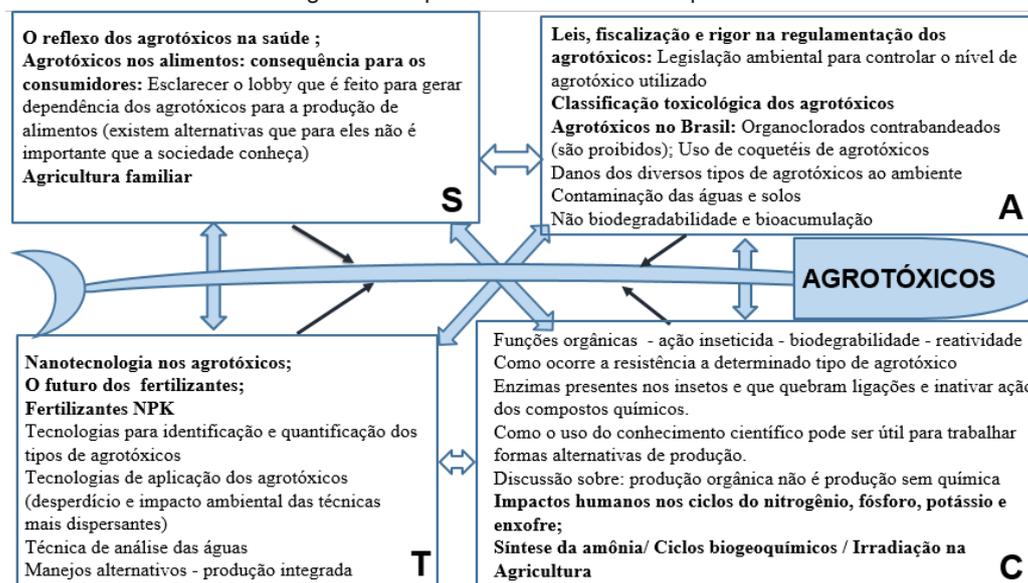
Em resposta ao instrumento 1, no qual foram investigadas as concepções prévias de P4 sobre contextualização e abordagem CTSA, suas respostas às questões 1 e 2 foram classificadas na 4ª dimensão das categorias de contextualização, ou seja, o professor não



manifestou entendimento de contextualização, quando na questão 1 respondeu “*Penso que devemos contextualizar com um assunto do dia a dia*” e na questão 2, citou como exemplo apenas pilhas e baterias. Sua resposta à questão 3 do instrumento, quando lhe foi pedido um conceito para a abordagem CTSA também demonstra uma visão simplista: “*Que agregue outros conhecimentos do mundo social e ambiental.*” Essa resposta, revelou necessidade formativa para que pudesse perceber as inter-relações necessárias a uma abordagem CTSA e suas implicações para a formação dos estudantes, como a criticidade e o posicionamento informado.

Quando organizou a espinha CTSA (figura nº6), P4 manifestou livremente os conteúdos de C, T, S e A que considerava relacionados ao tema Agrotóxicos. Nessa atividade é perceptível que manifestou um conjunto muito maior de conhecimentos científicos do que tecnológicos, sociais e ambientais, o que vem ao encontro de resultados de outras pesquisas (Akahoshi & Souza & Marcondes, 2018), quando os professores demonstraram um forte apego aos conteúdos científicos em detrimento aos demais conteúdos dessa abordagem.

Figura 6. Espinha CTSA elaborada por P4.



Legenda: Espinha quadrado CTSA elaborada por P4 a partir de uma tempestade de ideias sobre conteúdos CTSA que poderiam ser ensinados.

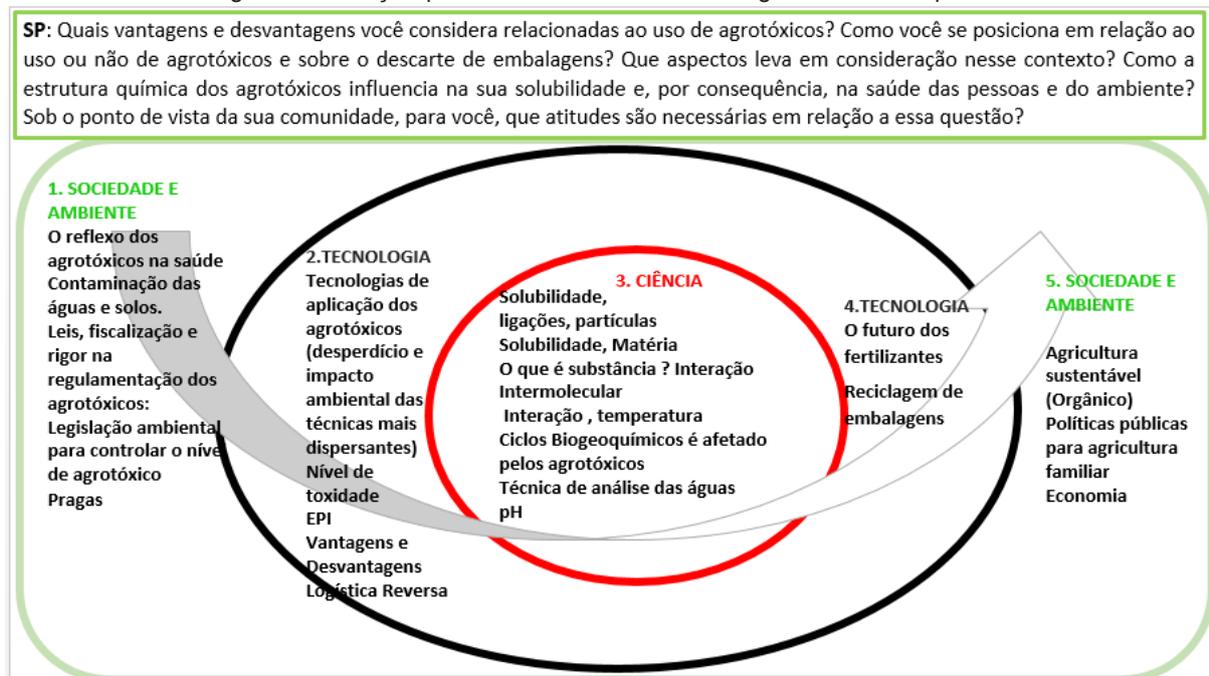
O processo de reflexão de P4 sobre os conhecimentos de C, T, S e A necessários para a formação dos estudantes em relação ao tema, que foi impulsionado pelo instrumento para identificar as concepções prévias dos mesmos e pelo trabalho que dele resultou, foi muito rico e pode ser exemplificado pelo destaque a seguir, quando P4 manifestou sua maior dúvida em relação aos conhecimentos científicos na abordagem CTSA:



Na questão de ciência eu fico em dúvida se é para trabalhar conceitos... CTSA eu acho que é muito amplo e a gente pode ficar conteudista... aí acho que algumas coisas a gente coloca demais, outras de menos e acho que tem que ser mais dinâmico que ficar no conteúdo...mas se ficar só em detalhes de C, ela ficará pequena e não será CTSA ... então precisamos ir do macro, da S e A, para o micro da C (P4, PRO 14, desde o tempo de 29:00, até o tempo de 60:00).

P4 manifesta dificuldade em propor o ensino de conceitos científicos, para além dos padrões tradicionais, relacionando-os com conhecimentos T, S e A, de forma a embasar a compreensão que os estudantes venham a ter em relação ao problema e às decisões que tomarão. Por outro lado, ele também demonstra interesse em refletir sobre suas próprias concepções, de maneira a reconsiderar sua visão sobre a contextualização no ensino. Essa reflexão impulsionou P4 a planejar e replanejar a SP e, a partir dela, repensar sobre os conteúdos presentes na espinha elaborada, selecionando aqueles que considerou necessários para possíveis soluções da SP. O impulsionou também a construir o modelo metodológico, apresentado na figura nº7.

Figura 7. Situação problema e modelo metodológico elaborado por P4.



Legenda: Elaborado por P4, a partir da espinha quadrado CTSA, tendo como base a proposta metodológica de Aikenhead (1994).

Percebemos, nessa construção, a presença de questões que conduzem os estudantes a refletir e tomar decisões em relação ao tema. Também, a SP proposta abarca as discussões sociais e ambientais propostas e necessita dos conhecimentos científicos e tecnológicos para ser



resolvida, o que indica evolução de suas concepções iniciais sobre a abordagem CTSA. Outro aspecto relevante é a SP ser voltada para os problemas reais da comunidade na qual os estudantes estão inseridos e invitá-los a se posicionarem criticamente e possivelmente tomarem atitude em relação ao problema, podendo conduzir à transformação da realidade social.

Ao elaborar as aulas da sequência o professor se dispôs a, na primeira aula, a expor aos estudantes o tipo de abordagem que utilizaria e, para isso, elaborou e apresentou o seguinte conceito para a abordagem CTSA:

Podemos dizer que CTSA é um movimento de caráter interdisciplinar, e que manifesta a preocupação central com os aspectos sociais e ambientais relativos às aplicações da ciência e tecnologia. (P4, na aula 1, apresentando a abordagem CTSA aos seus estudantes).

O conceito elaborado por P4 reflete o processo evolutivo de suas concepções, em decorrência dos encontros do PRO, visto que ele destaca o caráter relacional dos conhecimentos, porém demonstra a necessidade de mais aprofundamentos em relação ao papel da ciência nessa abordagem. Também, o conceito apresentado não faz referência à formação crítica, reflexiva, ao posicionamento e à atitude informados, marcadores importantes da abordagem CTSA, podendo ser classificado na categoria Pré compreensão da realidade social, pertencente à dimensão 2, com foco na relação entre o contexto e o conhecimento científico.

Após a aplicação das aulas, P4 respondeu ao instrumento elaborado para sintetizar as suas ideias sobre a sequência com abordagem CTSA que construiu e aplicou. P4 destacou como aspectos negativos o grande número de aulas da sequência (10), para o pequeno número de aulas semanais (2), que tinha na época em que a sequência foi aplicada e também algumas estratégias que utilizou e que não considerou muito proveitosas. Ele se dispôs a rever a sequência para futuras aplicações.

Como aspectos positivos, o professor destacou a participação significativa dos estudantes, que foram protagonistas e perceberam a química presente no próprio cotidiano, demonstrando prazer na participação, que se sentia inseguro e ansioso no início da elaboração da proposta, mas que com o tempo de reflexão conseguiu sair da zona de conforto, aprender e amadurecer a sequência. Novamente, em suas respostas P4 não sinaliza os marcadores fundamentais da abordagem CTSA, dando prioridade à motivação dos alunos, o que conduz à categoria de contextualização Aproximação da Química com o cotidiano, na dimensão Foco na relação entre o contexto e o conhecimento científico.

Conclusões

As respostas de P4 evidenciam que ele percebeu a limitação de suas ideias e que passou a considerar as interações entre os aspectos de C, T, S e A em sua proposta no decorrer do PRO. Também, ficou em evidência que a construção do modelo metodológico permitiu que as concepções prévias de P4 evoluíssem, se aproximando daquelas necessárias para uma abordagem CTSA, apesar de ainda necessitar de mais aprofundamentos em relação à essa abordagem de forma que possa se apropriar dessas ideias.



Nesse processo foi importante o aprofundamento de conhecimentos sobre o ensino CTSA, a vivência em organizar uma sequência partindo de suas próprias ideias sobre os conteúdos a serem tratados, revendo-os à medida que participava dos encontros, e refletia sobre seu próprio ensino. A participação da pesquisadora foi essencial no sentido de dar meios para que reflexões ocorressem e o professor pudesse rever suas concepções.

Outro destaque foi a percepção de P4 em relação à importância de investigar as concepções prévias dos estudantes sobre o tema para o qual se pretende elaborar uma sequência de atividades CTSA, que emergiu principalmente durante o processo de produção do trabalho para o congresso, em parceria com as pesquisadoras.

A estratégia utilizada de incentivar a produção autoral do professor contribui para o seu desenvolvimento profissional pela aproximação do seu discurso com a prática, favorecendo reflexões e tomadas de decisão sobre como e o que ensinar. Também, ao perceber-se como autor da própria prática o professor pode se tornar mais crítico em relação aos materiais de ensino que utiliza.

Planejar e levar para a sala de aula um ensino de química com características crítico-reflexivas, como proposto por Sjöström (2013), que possibilite aos alunos tomadas de posição e proposição de ações transformadoras da realidade (Akahoshi, 2012, Ayres-Pereira & Marcondes, 2021) exige do professor uma postura crítica diante do papel da educação, e considerando a química em suas múltiplas relações políticas, econômicas, culturais e éticas com a sociedade, a tecnologia e o ambiente (Fernandes & Strieder, 2016)

Os resultados dessa pesquisa podem contribuir para a área de ensino CTS, tanto pela divulgação de sequências de ensino que foram concretamente aplicadas e analisadas, quanto pela formação de professores aptos para elaborar materiais nessa perspectiva.

Assim, o PRO no qual o professor elaborou uma sequência de atividades com abordagem CTSA se mostrou significativo no processo de construção das concepções de P4 quanto à abordagem CTSA, porém concordamos que esse é um processo lento e exaustivo, no sentido de que as reflexões sobre suas ideias, suas práticas, ideias e práticas de outros e ideias de especialistas precisam ser subsidiadas por aportes teóricos, os quais exigem entendimento e avaliações, demandando muita persistência tanto dos professores quanto dos formadores .

Contribuições dos autores

Ayres-Pereira realizou conceituação, metodologia, investigação, escrita do esboço original, escrita da revisão e edição; Marcondes realizou conceituação, metodologia, revisão e supervisão; Carmo realizou conceituação e revisão.

Agradecimentos

Aos professores participantes, ao GEPEQ – Grupo de pesquisa em Educação Química da USP.



Referências

- Abell, S. K., & Bryan, L. A. (1997). Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. *Journal of Science Teacher Education*, 8(3), 153-166.
- Aikenhead, G. S. (1994). The social contract of science: implications for teaching science. *STS education: International perspectives on reform*, 11-20.
- Aikenhead, G. S. (1994). The social contract of science: implications for teaching science. *STS education: International perspectives on reform*, 11-20.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. *Educación química*, 16(2), 304-315.
- Akahoshi, L. H. (2012). Uma análise de materiais instrucionais com enfoque CTSA produzidos por professores num curso de formação continuada (Dissertação - Mestrado, Universidade de São Paulo).
- Akahoshi, L. H., & Marcondes, M. E. R. (2013). Contextualização com enfoque ctsa: ideias e materiais instrucionais produzidos por professores de Química. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 37-41.
- Akahoshi, L. H., & Souza, F. L., & Marcondes, M. E. R. (2018). Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzido por professores de química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(3).
- Ayres-Pereira, T. I. (2021). Processo de Reflexão Orientada com Professores de Química: Construção, Implementação e Análise de Atividades CTSA. Qualificação (Doutorado). Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo. Comunicação restrita.
- Ayres-Pereira, T. I. & Marcondes, M. E. R. (2023). Processo de construção do Modelo Metodológico de Aikenhead por um grupo de professores, visando a elaboração de atividade de ensino CTSA. *XII EPPEQ-Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química*, 1(12).
- Ayres-Pereira, T. I., & Marcondes, M. E. R. (2023). Necessidades formativas e concepções sobre ensino contextualizado de um grupo de professores de química. *Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC*. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV181_MD1_ID2831_TB917_13032023152037.pdf. Acesso em 20/03/2024.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto editora.
- Bryan, L. A., & Recesso, A. (2006). Promoting reflection among science student teachers using a web-based video analysis tool. *Journal of Computing in Teacher Education*, 23(1), 31-39.
- Dos Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências*, 2(2), 1-23.
- Dos Santos, W. L. P & Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 3.ed, editora Unijuí.
- Dos Santos, W. L. P. & Auler, D. (2011), Apresentação, Dos Santos, W. L. P. & Auler, CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Editora da Universidade de Brasília.
- Fernandes, R. F. & Strieder, R. B. (2016). Questionamentos e Opiniões de professores de Ciências da Natureza sobre Educação CTS. *Indagatio Didactica*, 8(1), 453-467.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*, 70(9), 701.



- Mahaffy, P. (2006). Moving chemistry education into 3D: A tetrahedral metaphor for understanding chemistry. Union Carbide Award for Chemical Education. *Journal of chemical education*, 83(1), 49.
- Oliveira, B. R. D., Marcondes, M. E. R., & Pereira, T. I. A. (2023). Concepções de estudantes do Ensino Médio sobre conteúdos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais relacionados ao uso de agrotóxicos. *Anais do XXI Encontro Nacional de Ensino de Química/ENEQ*. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003174112>. Acesso em 01/03/2024.
- Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-oriented chemistry education. *Science & Education*, 22, 1873-1890.
- Sjostrom, J. & Talanquer, V. (2014). Humanizing chemistry education: From simple contextualization to multifaceted problematization. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 8, p. 1125-1131.
- Suart, R. D. C. (2016). Formação inicial de professores de química: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo).
- Suart, R. de C. & Marcondes, M. E. R. (2022). O processo de reflexão orientada como metodologia para a formação inicial docente: proposta para a promoção da alfabetização científica por meio da abordagem de ensino por investigação. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p93>.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2005). Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. *Ciência & Educação*, 11(2), 191-211.