



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí
Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica

ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Termoquímica sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar

HÉLICA LUCIVANE SILVA ASSUNÇÃO

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Christina Vargas Miranda e Carvalho

Urutaí/GO
2026

HÉLICA LUCIVANE SILVA ASSUNÇÃO

ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Termoquímica sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Christina Vargas Miranda e Carvalho

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica para obtenção do título de Mestre.

Área: Ensino para a Educação Básica.

Linha de pesquisa: Metodologias de Ensino e Tecnologias

Urutaí/GO
2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

A851a Assunção, Hélica Lucivane Silva
ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de
Termoquímica sob o olhar da Didática Complexa e
Transdisciplinar / Hélica Lucivane Silva Assunção. Urutaí 2026.
168f. il.
Orientadora: Prof^ª. Dra. Christina Vargas Miranda e Carvalho.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0133214 - Mestrado Profissional em Ensino para a Educação
Básica (Campus Urutaí).
1. CTSA. 2. Práticas pedagógicas. 3. Pensamento Complexo. 4.
Didática Complexa e Transdisciplinar. 5. Termoquímica. I.
Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 49/2026 - CCLQ-URT/GE-UR/DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☒ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☐ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo da Autora: Hélica Lucivane Silva Assunção

Matrícula: 2024101332140011

Título do Trabalho: ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Termoquímica sob o olhar da didática Complexa e Transdisciplinar

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 31/12/2026

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

A referida autora declara:

1. Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí/GO, 08 de março de 2026.

(assinado eletronicamente)

Hélica Lucivane Silva Assunção

Autora

Ciente e de acordo:

(assinado eletronicamente)

Christina Vargas Miranda e Carvalho

Professora Orientadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Christina Vargas Miranda e Carvalho**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/03/2026 22:17:12.
- **HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO**, 2024101332140011 - Discente, em 08/03/2026 22:22:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 797455

Código de Autenticação: 02c6b2c37e



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação:

ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Termoquímica sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar

Título dos produtos educacionais:

- “Termoquímica para um mundo sustentável – material complementar”;
- “Termoquímica para um mundo sustentável – guia do professor”

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Christina Vargas Miranda e Carvalho

Autora: Hélica Lucivane Silva Assunção

Dissertação de Mestrado **aprovada pela Banca Avaliadora** em 23 de fevereiro de 2026, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRE EM ENSINO PARA EDUCAÇÃO BÁSICA**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof.^a Dr.^a Christina Vargas Miranda e Carvalho (Orientadora)

Prof.^a Dr.^a Marilza Vanessa Rosa Suanno (Membro externo/UFG)

Prof. Dr. Paulo Vitor Teodoro (Membro externo/UFU)

Documento assinado digitalmente
gov.br MARILZA VANESSA ROSA SUANNO
Data: 04/03/2026 08:58:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO VITOR TEODORO DE SOUZA
Data: 03/03/2026 15:40:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Christina Vargas Miranda e Carvalho**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 02/03/2026 23:48:36.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 794454

Código de Autenticação: 25943a5a29



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 10/2026 - REPG-URT/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos vinte e três dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e seis, às oito horas e trinta minutos, reuniram-se os componentes da banca examinadora, em sessão solene realizada *online*, para procederem a avaliação da apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão (dissertação) em nível de mestrado, de autoria de **Hélica Lucivane Silva Assunção**, discente do **Programa de Pós-graduação em Ensino para a Educação Básica** do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, com o trabalho intitulado **"ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Termoquímica sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar"**. A sessão foi aberta pela presidente da banca examinadora, **Profª. Drª. Christina Vargas Miranda e Carvalho**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora do Trabalho de Conclusão para, em até 40 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a defendente, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-graduação em Ensino para a Educação Básica (PPGEnEB), a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ENSINO PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**, na área de concentração em **Ensino para a Educação Básica**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á após o depósito da versão definitiva da dissertação, mediante incorporação dos apontamentos realizados pelos membros da Banca, ao texto desta versão, no Repositório Institucional do IF Goiano, na plataforma eduCapes e cumprimento dos demais requisitos dispostos no Regulamento do PPGEnEB/IFGoiano. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A banca examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos desse trabalho de conclusão em periódicos qualificados na Área de Ensino (Área 46/Capes) e o depósito do produto educacional em repositório de domínio público, tanto institucional quanto no Repositório eduCapes. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado e, para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, assinada eletronicamente pelos membros titulares da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Dr ^a . Christina Vargas Miranda e Carvalho	IF Goiano	Presidente
Dr ^a . Marilza Vanessa Rosa Suanno	UFG	Membro Interna
Dr. Paulo Vitor Teodoro	UFU	Membro Externo



Documento assinado digitalmente
PAULO VITOR TEODORO DE SOUZA
Data: 26/02/2026 10:36:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente
MARILZA VANESSA ROSA SUANNO
Data: 26/02/2026 07:31:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado eletronicamente por:

- **Christina Vargas Miranda e Carvalho**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 23/02/2026 22:14:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/02/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 791314
Código de Autenticação: 3f3e94822b



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS URUTAÍ

**Programa de Pós-Graduação em
Ensino para a Educação Básica**

**FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO/PROCESSO
EDUCACIONAL PELA BANCA DE DEFESA**

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – PPGEnEB

Discente: Hélica Lucivane Silva Assunção

Título da Dissertação: ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Termoquímica sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar

Título dos Produtos:

- "Termoquímica para um mundo sustentável – material complementar"
- "Termoquímica para um mundo sustentável – guia do professor"

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Christina Vargas Miranda e Carvalho

FICHA DE VALIDAÇÃO DE PRODUTO/PROCESSO EDUCACIONAL (PE)

Complexidade - compreende-se como uma propriedade do PE relacionada às etapas de elaboração, desenvolvimento e/ou validação do Produto Educacional.

***Mais de um item pode ser marcado.**

(X) O PE é concebido a partir da observação e/ou da prática do profissional e está atrelado à questão de pesquisa da dissertação ou tese.

(X) A metodologia apresenta-se clara e objetivamente a forma de aplicação e análise do PE.

(X) Há uma reflexão sobre o PE com base nos referenciais teóricos e teórico-metodológicos empregados na respectiva dissertação ou tese.

() Há apontamentos sobre os limites de utilização do PE.

Impacto – considera-se a forma como o PE | () Protótipo/Piloto não utilizado

foi utilizado e/ou aplicado nos sistemas educacionais, culturais, de saúde ou CT&I. É importante destacar se a demanda foi espontânea ou contratada.	no sistema relacionado a prática profissional do discente. (X) Protótipo/Piloto com aplicação no sistema Educacional relacionado à prática profissional do discente.
Aplicabilidade – relaciona-se ao potencial de facilidade de acesso e compartilhamento que o PE possui, para que seja acessado e utilizado de forma integral e/ou parcial em diferentes sistemas.	() PE tem características de aplicabilidade a partir de protótipo/piloto, mas não foi aplicado durante a pesquisa. (X) PE tem características de aplicabilidade a partir de protótipo/piloto e foi aplicado durante a pesquisa, exigível para o mestrado. () PE foi aplicado em diferentes ambientes/momentos e tem potencial de replicabilidade face à possibilidade de acesso e descrição.
Acesso – relaciona-se à forma de acesso do PE.	() PE sem acesso. () PE com acesso via rede fechada. () PE com acesso público e gratuito.
	() PE com acesso público e gratuito pela página do Programa. (X) PE com acesso por Repositório institucional - nacional ou internacional - com acesso público e gratuito.
Aderência – compreende-se como a origem do PE apresenta origens nas atividades oriundas das linhas e projetos de pesquisas do PPG em avaliação.	() Sem clara aderência às linhas de pesquisa ou projetos de pesquisa do PPG <i>stricto sensu</i> ao qual está filiado. (X) Com clara aderência às linhas de pesquisa ou projetos de pesquisa do PPG <i>stricto sensu</i> ao qual está filiado.
Inovação – considera-se que o PE é/foi criado a partir de algo novo ou da reflexão e modificação de algo já existente revisitado de forma inovadora e original.	(X) PE de alto teor inovador (desenvolvimento com base em conhecimento inédito). () PE com médio teor inovador (combinação e/ou compilação de conhecimentos pré-estabelecidos). () PE com baixo teor inovador (adaptação de conhecimento(s) existente(s)).

Breve relato sobre a abrangência e/ou a replicabilidade do PE:

O produto apresenta certa fragilidade quanto ao aprofundamento teórico-metodológico do princípio da transdisciplinaridade. É passível de replicabilidade porém fica condicionado às normas das instituições de ensino básico quanto ao uso de materiais digitais durante as aulas ou custos com a impressão do material complementar, para que os estudantes possam acompanhar a Sequência Didática.

Urutaí-GO, 23 de fevereiro de 2026.

Documento assinado eletronicamente por:

▪ **Christina Vargas Miranda e Carvalho**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/03/2026 23:43:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 794449

Código de Autenticação: 13be5a2462



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

*“Será Que No Futuro Haverá Flores?
Será Que Os Peixes Vão Estar No Mar?
Será Que Os Arco-Íris Terão Cores?
E Os Passarinhos Vão Poder Voar?
Será Que A Terra Vai Seguir Nos Dando
O Fruto, A Folha, O Caule E A Raiz?
Será Que A Vida Acaba Encontrando
Um Jeito Bom Da Gente Ser Feliz?”*
(Toquinho, 2002)

Dedico toda esta pesquisa à minha colega de turma e amiga

Eclea Rodrigues Pereira

*cuja caminhada acadêmica foi interrompida por uma doença que a
levou precocemente para junto de Deus.*

*Companheira generosa ao longo do mestrado, esteve presente nos
desafios das disciplinas e na realização dos trabalhos acadêmicos,
oferecendo apoio, escuta e partilha constantes.*

*Tornou-se minha “irmã acadêmica” por sermos
orientadas pela mesma professora.*

*Para além da universidade, me deixou profundas
lições voltadas à vida.*

*Ensinou-me, por meio de suas atitudes, a importância da
fé em Deus, da gratidão e do cuidado com as pessoas como
fundamentos essenciais da existência humana.*

*Concluo este mestrado não apenas em meu nome, mas também em
nome de Eclea, em forma de expressar minha profunda gratidão por
seu companheirismo e parceria, especialmente para honrar sua
história, sua coragem e o caminho que percorreu com tanta
sensibilidade, humanidade e amor.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de chegar até aqui. Pela garra, força de vontade, persistência, sabedoria, resiliência e fé concedidas durante todo esse processo desafiador que é a academia e o mestrado. Sem sua constante presença, eu não teria encontrado forças para resistir às dificuldades e seguir lutando.

À minha família, minha base e meu porto seguro, expresso minha eterna gratidão. À minha mãe, Ivanuza Machado da Silva, que sempre acreditou no poder transformador do conhecimento. Aos meus irmãos Luciene Machado da Silva Neri, Herlison Silva Assunção e Luís Henrique Silva de Souza e aos meus tios Adelina Ferreira Neri e Modesto Dorado Neri, obrigada por todo apoio, por me ajudarem a estudar, sobretudo por me apoiarem e compreenderem que esse caminho é árduo, longo e exigente, mas profundamente significativo, já que o conhecimento é um bem que ninguém pode nos tirar.

Agradeço também a mim mesma, por ter enfrentado e superado cada obstáculo, cada limitação e encontrado forças para permanecer em Urutaí e seguir estudando, mesmo quando tudo parecia impossível. Reconheço minha própria coragem e resiliência nessa trajetória.

À minha parceira de vida, Adriele do Nascimento Melo, que há mais de dez anos confia, acredita e aposta em quem eu sou. Obrigada por nunca desistir de mim, por permanecer ao meu lado mesmo diante de todas as adversidades, por me amar e me admirar, não só a mim como minha caminhada. Obrigada por estar comigo e por iluminar meus dias com sua presença.

À minha avó, Rozilda Assunção Leigue, sou profundamente grata pelas orações diárias dedicadas à minha saúde, proteção e sucesso, tanto na vida social quanto na profissional. Seu amor é um farol que me guia na esperança de dias melhores e exaltados.

Ao professor, Leandro Nériton Cândido Máximo, agradeço por ter me apresentado à minha querida orientadora, Christina Vargas Miranda e Carvalho. Sem o apoio e a confiança de vocês dois, nada disso teria sido possível.

E sobre minha orientadora... faltam palavras para expressar minha gratidão. Obrigada por me escolher não apenas como orientanda, mas por me acolher como filha, por me considerar parte de sua família e por me enxergar como alguém merecedora do melhor que a vida pode oferecer. Obrigada por não desistir de mim nos momentos mais difíceis, por me apoiar, por confiar que,

apesar do caos, tudo se conserta no final. Obrigada por me mostrar que sou competente e capaz de alcançar lugares que antes pareciam distantes.

Estendo minha gratidão ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IFGoiano), instituição que considero uma das melhores deste país. Em especial pela oferta do Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Ensino para Educação Básica (PPG-EnEB) e a todos os professores colaboradores, agradeço por cada semente plantada para a consolidação deste programa tão significativo na minha formação profissional.

Não poderia deixar de expressar minha sincera gratidão à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão da minha bolsa de estudos (Chamada Pública FAPEG nº 06/2024 - Programa de Concessão de Bolsas de Formação em Mestrado e Doutorado). Esse auxílio foi fundamental para a realização e conclusão desse curso. Seu incentivo fez toda a diferença em minha trajetória como pós-graduanda.

Ainda à FAPEG, agradeço a oportunidade de desenvolver parte do meu mestrado em formato sanduíche, fruto da colaboração acadêmica entre Brasil e Espanha por intermédio da Chamada Pública FAPEG nº 01/2024 (Programa de Apoio a Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu – Internacionalização de Programas Nota 5), aprovada pela Prof.^a Dr.^a Marilza Suanno e que estabeleceu parceria entre o PPGE/UFG, o PPGIELT/UEG, o PPG-EnEB/IFGoiano e a Universidade de Barcelona (UB/ES). Graças a esse programa, pude participar dessa experiência formativa enriquecedora e estreitar laços para concorrer ao Edital DPGPI/PPG-EnEB nº 02/2024 (Intercâmbio Discente no Exterior), publicado pelo IFGoiano em colaboração com o Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Paracatu.

Sou grata da mesma forma às instituições que fomentaram programas e editais que viabilizaram a minha participação em eventos dentro e fora do Brasil: o PIPECTI/IFGoiano (Edital nº 05, de 09 de abril de 2024); o Auxílio Evento do PPG-EnEB (Edital DPGPI/PPGEnEB nº 03/2024, de 01 de outubro de 2024) e à Fundação de Apoio à Pesquisa - FUNAPE/UFG (Edital FUNAPE nº 01/2025) por ter sido contemplada para participar de dois eventos, sendo um no 2º semestre de 2025 e o outro no 1º período de 2026.

Agradeço também aos professores membros da minha banca de defesa, Prof.^a Dr.^a Marilza Vanessa Rosa Suanno (UFG/Goiânia) e Prof. Dr. Paulo Vitor Teodoro de Souza (UFU/Campus Pontal/Ituiutaba) por aceitarem prontamente o convite para contribuir com minha pesquisa, enriquecendo-a com suas contribuições e conhecimento. Estendo os meus agradecimentos aos

professores membros da banca do exame de qualificação, Prof. Dr. João Henrique Suanno (UEG/Anápolis) e Prof.^a Dr.^a Simara Maria Tavares Nunes Simões (UFCAT/Catalão), suas contribuições foram valiosas para o aprimoramento deste trabalho e minha qualificação profissional.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que torceram pelo meu sucesso e até mesmo àquelas que torceram contra. Cada uma, à sua maneira, foi essencial na construção desta jornada.

Muito obrigada a todos!

ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de termoquímica sob o olhar da didática complexa e transdisciplinar

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino para a Educação Básica (PPG-EnEB), considerando a linha de pesquisa “Metodologias de Ensino e Tecnologias”. Buscamos compreender os desafios de articular a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) ao ensino de Termoquímica, sob a perspectiva da Didática Complexa e Transdisciplinar. O objetivo geral centrou-se em implementar situações de ensino de Termoquímica fundamentadas na abordagem CTSA sob o olhar da didática complexa e transdisciplinar e em tendências pedagógicas emergentes, visando a promoção de aprendizagens críticas, contextualizadas e socialmente relevantes na Educação Básica. Para tanto, adotou-se uma metodologia qualitativa, de natureza aplicada, envolvendo a análise teórico-epistemológica de referenciais como o pensamento complexo de Edgar Morin, a transdisciplinaridade de Hilton Japiassu e Basarab Nicolescu, a auto-hetero-ecoformação de Gaston Pineau e a ecopedagogia fundamentada em Paulo Freire e Moacir Gadotti, bem como a Didática Complexa e Transdisciplinar, fundamentada por Marilza Suanno, visando a elaboração e aplicação de uma sequência didática como produto educacional para estudantes da segunda série do Ensino Médio. A partir disso, tivemos como resultados a indicação de que a articulação entre CTSA pautada na didática complexa e transdisciplinar favorece a construção de aprendizagens crítico-reflexivas, a integração entre saberes científicos e contextos socioambientais, um modo de pensar complexo por religar conhecimentos, além do fortalecimento da autonomia discente no ensino de Termoquímica. Foi possível considerar que tal diálogo oferece bases teórico-epistemológicas consistentes para a organização de práticas pedagógicas comprometidas com a formação cidadã e com a transformação dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências.

Palavras-chave: CTSA. Práticas Pedagógicas. Pensamento Complexo. Didática Complexa e Transdisciplinar. Termoquímica.

STSE APPROACH: a proposal for teaching thermochemistry from the perspective of complex and transdisciplinary didactics

ABSTRACT

This research was developed within the scope of the Professional Graduate Program in Teaching for Basic Education (PPG-EnEB), considering research line “Teaching Methodologies and Technologies”. We sought to understand the challenges of articulating the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach to the teaching of Thermochemistry, from the perspective of Complex and Transdisciplinary Didactics. The general objective focused on implementing Thermochemistry teaching situations grounded in the STSE approach under the perspective of complex and transdisciplinary didactics and emerging pedagogical trends, aiming to promote critical, contextualized, and socially relevant learning in Basic Education. To this end, a qualitative methodology of an applied nature was adopted, involving a theoretical-epistemological analysis of references such as the complex thinking of Edgar Morin, the transdisciplinarity proposed by Hilton Japiassu and Basarab Nicolescu, the self-hetero-ecoformation concept of Gaston Pineau, and ecopedagogy grounded in Paulo Freire and Moacir Gadotti, as well as Complex and Transdisciplinary Didactics as developed by Marilza Suanno. These references supported the development and implementation of a didactic sequence as an educational product aimed at second-year high school students. The results indicate that articulating the STSE approach based on complex and transdisciplinary didactics favors the construction of critical-reflective learning, the integration of scientific knowledge with socio-environmental contexts, the development of complex ways of thinking through the reconnection of knowledge, and the strengthening of students’ autonomy in the teaching of Thermochemistry. It was possible to conclude that this dialogue offers consistent theoretical-epistemological foundations for organizing pedagogical practices committed to citizenship education and to transforming teaching and learning processes in Science.

Keywords: STSE. Pedagogical Practices. Complex Thinking. Thermochemistry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPE	Construção e Avaliação de Produtos Educacionais
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COVID	Coronavirus Disease
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
C&T	Ciência e Tecnologia
DCT	Didática Complexa e Transdisciplinar
EB	Educação Básica
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ERIC	<i>Education Resources Information Center</i>
FI	Fator de Impacto
HQ	História em Quadrinho
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências
IES	Instituição de Ensino Superior
IFES	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
IFGoiano	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
ISSN	Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas
PC	Pensamento Complexo
PE	Produto Educacional
PPG-EnEB	Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PT	Prática Transdisciplinar
Q	Qualis
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
RIS	<i>Research Information Systems</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SD	Sequência Didática

SPIDER	<i>Sample, Phenomenon of Interest, Interest, Design, Evaluation, Research type</i>
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFAC	Universidade Federal do Acre
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama do protocolo PRISMA.....	41
Figura 2. Detalhamento da seleção dos produtos educacionais	63
Figura 3. Inter-relação entre Termoquímica, abordagem CTSA e tendências pedagógicas emergentes	92
Figura 4. Organização da sequência didática	110
Figura 5. Capa dos produtos educacionais elaborados ‘Termoquímica para um mundo sustentável’. Em (A) o guia do professor; e em (B), o material complementar para estudantes	111
Figura 6. Produto Educacional que foi entregue aos estudantes no primeiro momento didático da SD. Em (A) o momento da entrega; em (B), (C) e (D) utilização do material em diferentes momentos da SD	113
Figura 7. Dinâmica das imagens realizada no primeiro momento didático da SD	120
Figura 8. Atividade experimental realizada no segundo momento didático da SD	121
Figura 9. Dinâmica da nuvem de palavras realizada no terceiro momento didático da SD.....	122
Figura 10. Dinâmica da nuvem de palavras realizada no terceiro momento didático da SD.....	122
Figura 11. Aplicação do “Quebra-cabeça das equações termoquímicas” durante o quarto momento didático da SD.....	125
Figura 12. Peças de um dos quebra-cabeça que foi montado no quarto momento didático da SD.....	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão dos artigos.....	39
Quadro 2. Dimensões estabelecidas para análise dos artigos.....	40
Quadro 3. Artigos selecionados a partir do protocolo PRISMA.....	42
Quadro 4. Interrelação entre tendências pedagógicas emergentes	47
Quadro 5. Critérios de inclusão e exclusão dos produtos educacionais.....	61
Quadro 6. Produtos educacionais selecionados para análise.....	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	23
CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
1. O ensino de Termoquímica à luz da abordagem CTSA: uma revisão sistemática da literatura em busca de tendências pedagógicas emergentes.....	30
1.1 Introdução.....	31
1.2 Abordagem CTSA em articulação com tendências pedagógicas emergentes.....	33
1.3 Procedimentos Metodológicos	37
1.4 Resultados e Discussão.....	40
1.4.1 Concepções acerca do ensino e da aprendizagem de Termoquímica.....	43
1.4.2 Articulação do ensino de Termoquímica com a abordagem CTSA	43
1.4.3 Potencialidades pedagógicas do enfoque CTSA no ensino de Termoquímica	44
1.4.4 Limitações e desafios para a implementação eficaz da abordagem CTSA no ensino Termoquímica.....	46
1.4.5 Perspectivas para uma prática pedagógica transformadora.....	47
1.5 Considerações Finais	52
Referências	53
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE PRODUTOS EDUCACIONAIS.....	56
2. A abordagem CTSA e suas interlocuções no ensino de Termoquímica: uma análise de produtos educacionais.....	56
2.1 Introdução.....	57
2.2 Procedimentos Metodológicos	60
2.3 Resultados e Discussão.....	62
2.3.1 Análise dos PE a partir dos parâmetros estabelecidos pela CAPES.....	64
(a) impacto.....	64
(b) aplicabilidade	65
(c) inovação	66
(d) complexidade	66
2.3.2 Análise dos PE a partir dos pressupostos de Bardin.....	68
(i) tema específico voltado à Termoquímica	68
(ii) problematização	69
(iii) articulação explícita com o enfoque CTSA.....	71
(iv) pensamento complexo e transdisciplinaridade	72
(v) avaliação	75
(vi) contribuições, desafios e limitações.....	77

2.4 Considerações Finais	77
Referências	79
CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	83
3. Por uma educação transformadora: interfaces entre tendências pedagógicas emergentes e a abordagem CTSA no ensino de Termoquímica	83
3.1 Introdução	84
3.2 Movimento CTS e abordagem CTSA: existem aspectos históricos diferenciais?	87
3.3 Abordagem CTSA, Didática Complexa e Transdisciplinar, auto-hetero-ecoformação e ecopedagogia: em busca de uma inter-relação	89
3.4 Caminhos e desafios da abordagem CTSA alinhada às tendências pedagógicas emergentes para o ensino de Termoquímica	95
3.5 Considerações Finais	98
Referências	100
CAPÍTULO 4 – PESQUISA APLICADA E PRODUTOS EDUCACIONAIS	103
4. Sequência didática para o ensino de Termoquímica: articulações possíveis entre a abordagem CTSA e a didática complexa transdisciplinar.....	103
4.1 Introdução	104
4.2 Procedimentos Metodológicos	107
4.3 Resultados e Discussão.....	111
4.3.1 A sequência didática.....	112
4.3.2 Concepções iniciais e problematização da Termoquímica.....	117
4.3.3 Experimentação, protagonismo discente e abordagem CTSA	120
4.3.4 Discussão, aprofundamento conceitual e limites da abordagem CTSA.....	124
4.3.5 Sistematização, colaboração e avaliação da aprendizagem.....	125
4.4 Considerações Finais	128
Referências	130
CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS	136
ANEXOS.....	146
Anexo I. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	147
Anexo II. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.....	153
Anexo III. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE	160

INTRODUÇÃO

Muito se discute a respeito da diversificação das estratégias didáticas com vistas à melhoria da aprendizagem dos estudantes. Em específico sobre o ensino de Química, essas discussões ocorrem desde sua consolidação, a partir do Decreto nº 19.890, de 18 de abril de 1931 (Brasil, 1931).

Na contemporaneidade, inúmeras propostas metodológicas para o ensino de Química na Educação Básica (EB) estão disponíveis, seja por meio de artigos científicos, *e-books*, produtos educacionais, dissertações, teses etc. Dessa maneira, podemos destacar alguns artigos que tratam do ensino de Química pautados em sequências didáticas (SD) como, por exemplo, Anesio *et al.* (2022), Almeida, Valente e Abreu (2024), Adams e Nunes (2025), Bego, Alves e Luz (2025) e Silveira, Vasconcelos e Nunes (2025).

Nesse contexto, a presente pesquisa tem como foco a implementação de uma proposta de ensino voltada ao conteúdo de Termoquímica na Educação Básica, fundamentada na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), sob a perspectiva da Didática Complexa e Transdisciplinar (DCT). Busca-se, assim, articular a prática pedagógica com questões auto-hetero-ecoformativas e ecopedagógicas, promovendo uma compreensão integrada dos processos educativos.

A abordagem CTSA refere-se a uma perspectiva educacional que busca integrar os conhecimentos científicos às dimensões tecnológicas, sociais e ambientais, promovendo uma compreensão crítica da ciência em seus contextos de produção, aplicação e impactos na sociedade, sobretudo quanto à neutralidade da ciência. Nela, o ensino das ciências da natureza ultrapassa a ‘transmissão’ de conceitos e estimula a reflexão acerca de problemas reais, pautando-se na formação de sujeitos críticos capazes de tomar decisões informadas e responsáveis.

Nesse contexto, a Termoquímica, que é um ramo da Química que envolve as transformações energéticas, especialmente na forma de calor, pode ser trabalhada de forma contextualizada via abordagem CTSA, contribuindo para um ensino mais significativo, crítico e conectado às problemáticas contemporâneas.

Dentre as diferentes possibilidades conceituais utilizadas em pesquisas que envolvem as ciências e suas interfaces com os aspectos tecnológicos e socioambientais, optou-se, neste estudo, pela utilização do termo CTSA, com o intuito de enfatizar as problemáticas ambientais, uma vez que se observa que muitos estudos empregam a nomenclatura Ciência, Tecnologia e

Sociedade (CTS), desconsiderando as questões ambientais, apesar de o próprio movimento CTS ter emergido, principalmente, em virtude de problemas com o meio ambiente.

Diante disso, desde a década de 1960 os currículos escolares visam preparar indivíduos para exercer a cidadania, ao abordar conteúdos científicos em seus contextos sociais (Santos; Mortimer, 2000). Assim, a ciência e a tecnologia ganharam espaço no mundo e sua importância foi considerada no âmbito social, situação que promoveu o surgimento da abordagem CTS como prática necessária em sala de aula. Posteriormente, a ênfase dada às questões ambientais, que já se encontravam englobadas no termo ‘sociedade’, fez surgir o termo ‘ambiente’ que foi incorporado à sigla, ficando CTSA.

Consoante às ideias apresentadas, é válido mencionar que a alfabetização científica (AC) se articula diretamente à abordagem CTSA, ao primar pela promoção de indivíduos conscientes e informados, encorajando-os a tomar decisões que englobam diferentes esferas sociais e mundiais. Assim, competências como o pensamento crítico, a tomada de decisão, a responsabilidade social, bem como a promoção da cidadãos ativos, são aperfeiçoadas com o uso de problemas locais como ponto de partida para o ensino de conteúdos científicos (Santos; Mortimer, 2002). Dessa maneira, os autores defendem a existência de currículos pautados na abordagem CTS, que corroboram significativamente para a promoção de uma educação científica e tecnológica.

A alfabetização científica também é objeto de estudo no que concerne à ampliação do movimento CTS para CTSA, pois um indivíduo alfabetizado cientificamente é capaz de compreender e agir sobre questões que observa na sociedade, além das questões do meio ambiente (Chassot, 2016). Esse fato nos direciona para as escolas que atualmente sofrem influência direta do mundo globalizado, no qual os estudantes, muitas vezes, possuem um acesso mais fácil e rápido às informações, diferentemente do professor, podendo esse aspecto intervir na dinâmica de sala de aula. Dessa maneira, a AC articulada à abordagem CTSA precisa ser trabalhada de maneira interdisciplinar e incluir aspectos históricos, culturais, ambientais, éticos e políticos.

No tocante à interdisciplinaridade, Pombo (2006) a conceitua como uma abordagem essencial para a integração dos saberes e o avanço da ciência. Devido à fragmentação do conhecimento científico é necessário a existência de diálogos entre componentes curriculares, a fim de superar as barreiras da formação específica e a excessiva formação especializada em uma só disciplina. Desse modo, existem maneiras de trabalhar a interdisciplinaridade por meio

da interseção de pelo menos duas componentes curriculares, ou por áreas de conhecimento, que combinam múltiplas componentes curriculares.

A interdisciplinaridade, conforme declara Pombo (2006), refere-se a uma forma de organizar o conhecimento, buscando promover o diálogo e a interação entre disciplinas para superar a fragmentação característica do modelo tradicional. Para a autora, praticar interdisciplinaridade não é dissolver as disciplinas, mas a criar relações de cooperação, troca de métodos, conceitos e perspectivas entre elas e a partir delas para favorecer uma compreensão mais ampla e integrada dos fenômenos que as cercam.

Por outro lado, a transdisciplinaridade, de acordo com Japiassu (1976), é uma maneira de propor um movimento que ultrapassa as fronteiras disciplinares e que busca integrar diferentes formas de conhecimento para a construção de uma visão mais complexa da realidade. Para ele, a transdisciplinaridade visa envolver saberes diversos em torno de problemas comuns da realidade de modo a reconhecer a complexidade do que nos cerca, promovendo uma abordagem mais aberta, dialógica e integradora do conhecimento.

A prática interdisciplinar pode gerar impactos na ciência, promovendo uma abordagem colaborativa e transdisciplinar para estudar sistemas complexos presentes na sociedade. Portanto, ela é instrumento fundamental para enfrentar os desafios da complexidade do conhecimento e da sociedade contemporânea (Pombo, 2006). Essa compreensão de mundo junto à promoção de cidadãos críticos e conscientes, se pautada nos princípios da Didática Complexa e Transdisciplinar (Suanno, 2015).

Em vista desses aspectos, a transdisciplinaridade é apresentada como uma abordagem que transcende as componentes curriculares implementadas no ensino brasileiro, promovendo a integração de saberes e a conexão e relação entre teoria e prática. Isso pode ser viabilizado por meio de um pensamento complexo que busca articular as inúmeras dimensões da realidade, conciliando as experiências de vida com o conhecimento técnico-científico (Morin, 2015), ligando e religando saberes.

O processo educacional e a prática docente que prima, antes de tudo, pela tendência da Didática Complexa e Transdisciplinar, procura superar a compartimentalização do conhecimento, propiciando uma educação que valoriza a interconexão entre diferentes saberes e a formação integral dos sujeitos. Ao enfatizar a ética, a estética e a criatividade, a Didática Complexa visa formar indivíduos capazes de atuar de maneira crítica e comprometida com o bem comum em uma sociedade democrática, plural e dinâmica (Suanno, 2015).

Diante disso, a escola, os professores e as professoras, têm papel fundamental no processo educacional, logo, é necessário valorizar uma formação pautada na problematização da realidade por meio da escolha de temas que possuem alta relevância na sociedade. Assim, a abordagem CTSA sob a perspectiva da Didática Complexa e Transdisciplinar pode induzir o estudante a desenvolver o senso crítico-reflexivo, bem como desenvolver um estilo de pensamento complexo, sobretudo ao promover a ruptura com o ensino fragmentado. Consoante a isso, o pensamento complexo percorre diferentes áreas do conhecimento, possibilitando a articulação de componentes curriculares de maneira interdisciplinar e transdisciplinar (Morin, 2015).

Suanno (2015), ao propor a Didática Crítica e Transdisciplinar, articula a perspectiva criada a partir da teoria de Pineau (2010) que religa três dimensões do processo formativo à uma teoria tripolar denominada auto-hetero-ecoformação. Essa teoria refere-se a uma perspectiva que compreende o processo formativo e recursivo como resultado da interação direta entre três dimensões: a autoformação – está ligada ao trabalho e olhar do sujeito sobre si mesmo, uma ação intencional do sujeito consciente por estar atento, cuidar e planejar a própria formação por meio de oportunidades que estejam ao seu alcance seja nos estudos, na busca por espaços públicos de acesso à cultura, arte, ciência; a heteroformação – deriva das influências socioculturais das relações com os outros das formações acessadas por meio de ambientes escolares e de qualificação; e, a ecoformação – tem relação com o ambiente vivido e um contexto próprio para as pessoas, seja no meio material, seja no meio social ou natural em ambientes de estudo, de trabalho, de convivência social-comunitária. Assim, a formação do ser humano se dá a partir da articulação contínua desses três vieses, modificando-se mutuamente conforme o indivíduo muda seu olhar.

Relacionado a essas perspectivas de ensino, tem-se também a ecopedagogia, que é desenvolvida principalmente pelas ideias de Gadotti (2000), articulando a educação para a sustentabilidade e cidadania planetária, a fim de compreender e perceber que o processo educativo é capaz de contribuir na promoção de cidadãos éticos, crítico e reflexivos. Para o autor, a ecopedagogia nasce do paradigma da sustentabilidade e busca formar sujeitos conscientes de sua responsabilidade ecológica e social, propondo uma pedagogia emancipatória, capaz de integrar cuidado, justiça social e consciência ecológica, ao relacionar o cuidado com a vida e com o planeta. Essa abordagem tem aproximações com o proposto sobre o pensamento complexo como método de aprendizagem na obra "Educar na era planetária" (Morin; Ciurana; Motta, 2009) e sobre a Didática Complexa e Transdisciplinar (Suanno, 2015).

Nesse viés, a pesquisa realizada foi conduzida pela seguinte questão investigativa: Como estruturar uma proposta didático-pedagógica para o ensino de Química, fundamentada nos princípios CTSA, sob a ótica da Didática Complexa e Transdisciplinar, da Auto-hetero-ecoformação e da Ecopedagogia?

Para responder este questionamento tem-se como objetivo desse estudo: implementar situações de ensino de Termoquímica fundamentadas na abordagem CTSA sob o olhar da didática complexa e transdisciplinar e em tendências pedagógicas emergentes, visando a promoção de aprendizagens críticas, contextualizadas e socialmente relevantes na Educação Básica. Essa investigação se justifica pelo fato de que formar cidadãos a partir dessa perspectiva é algo de extrema importância no mundo atual, sobretudo, porque propostas didáticas inovadoras buscam fornecer subsídios elementares para que professores de Química aprimorem suas ações e planejamentos.

A metodologia desta pesquisa se caracteriza como qualitativa de natureza aplicada, destinada à interpretação da abordagem CTSA frente ao ensino de Termoquímica, considerando a Didática Complexa e Transdisciplinar, a Auto-hetero-ecoformação e a Ecopedagogia como um viés educacional significativo. Conforme Lüdke e André (2013) destacam, a pesquisa qualitativa configura-se como estratégia essencial para investigar um contexto específico, neste caso, o ambiente escolar e as dinâmicas vinculadas a ele.

Além disso, essa pesquisa se constitui de natureza descritiva e interpretativa, baseada na compreensão das relações emergentes da abordagem CTSA. Dessa maneira, fez-se o uso de diversos procedimentos para coleta de dados, tais como: observações, questionário, registros fotográficos e análise de materiais didáticos, buscando captar conflitos, avanços e significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos.

Dessarte, na intenção de compreender os questionamentos referentes aos procedimentos metodológicos estabelecidos, buscou-se aporte em pressupostos teóricos discutidos por Santos e Mortimer (2000), que abordam o ensino sob a perspectiva CTSA; por Pombo (2006), quando abarca a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade como tendências cruciais para a promoção do ensino; por Morin (2018), principal teórico da complexidade e transdisciplinaridade, bem como Suanno (2015, 2022) que desenvolve estudos na área da didática complexa e transdisciplinar, articulando o pensamento complexo, formação docente, ensino e metodologias que valorizam o contexto educacional. Por fim, tem-se Gadotti (2003) quando menciona a questão da ecopedagogia, inspirado nas concepções freirianas.

Como essa pesquisa envolve a participação de seres humanos, foi necessário submeter o projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), cuja aprovação se deu via Parecer nº 7.589.013, emitido em 23 de maio de 2025 (Anexo I). O público-alvo foi constituído por estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do sudoeste de Goiás, Brasil. Para disponibilizar informações e maiores esclarecimentos acerca da pesquisa e coletar o aceite de participação dos envolvidos foram elaborados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo II) destinado aos pais e responsáveis, pois os partícipes eram menores de idade, e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Anexo III), para os estudantes que manifestaram interesse em participar.

A presente dissertação está estruturada em quatro capítulos, organizados em formato de artigos que serão submetidos para publicação nas revistas selecionadas e apresentadas. Cada artigo contempla um objetivo específico da pesquisa. No Capítulo 1, **‘O ensino de Termoquímica à luz da abordagem CTSA: uma revisão sistemática da literatura em busca de tendências pedagógicas emergentes’**, tem-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) cujo foco foi realizar o mapeamento de publicações científicas fundamentadas na perspectiva CTSA e relacionadas aos conceitos de Termoquímica na Educação Básica, a fim de identificar tendências pedagógicas emergentes, apontando lacunas e potenciais contribuições nos processos de ensino e de aprendizagem.

O Capítulo 2, **‘A abordagem CTSA e suas interlocuções no ensino de Termoquímica: uma análise de produtos educacionais’**, apresenta uma revisão bibliográfica a partir do levantamento de produções oriundas de Programas de Pós-Graduação Profissional em Ensino e Educação, com o intuito de analisar produtos educacionais estruturados como sequência didática sobre o ensino de Termoquímica para Educação Básica, buscando avaliar sua articulação com o enfoque CTSA e a presença de tendências pedagógicas emergentes.

O Capítulo 3, **‘Por uma educação transformadora: interfaces entre tendências pedagógicas emergentes e a abordagem CTSA no ensino de Termoquímica’**, propõe um ensaio acerca dos pressupostos teóricos que embasam essa dissertação, com o intuito de discutir as interfaces da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica para Educação Básica, em busca de uma educação transformadora que se vincula à didática complexa e transdisciplinar, à auto-hetero-ecoformação e à ecopedagogia.

Por fim, o Capítulo 4, **“Sequência didática para o ensino de Termoquímica: articulações possíveis entre a abordagem CTSA e a didática complexa transdisciplinar”**, apresenta o desenvolvimento da pesquisa e a implementação dos produtos educacionais desse

estudo, cujo objetivo foi avaliar a aplicação de uma proposta pedagógica estruturada na abordagem CTSA sob a ótica da Didática Complexa e Transdisciplinar, da Auto-heteroecoformação e da Ecopedagogia, envolvendo o ensino de Termoquímica para Educação Básica.

A pesquisa resultou em dois produtos educacionais: o primeiro refere-se a um guia didático intitulado “Termoquímica para um mundo sustentável – guia do professor” que apresenta a proposta de uma sequência didática envolvendo o ensino de Termoquímica para Educação Básica e estruturada na abordagem CTSA e em tendências pedagógicas emergentes; e o segundo, é um material didático intitulado “Termoquímica para um mundo sustentável – material complementar”, elaborado, principalmente, para o acompanhamento dos estudantes do Ensino Médio durante a sequência didática. Todavia, este material pode ser utilizado não somente por estudantes, mas por profissionais da educação e público em geral que tenham interesse por materiais didáticos sobre o ensino de Termoquímica.

A elaboração do livro teve o propósito de aproximar a ciência ao cotidiano das pessoas, sobretudo a Termoquímica, buscando não restringir aos conceitos abstratos, fórmulas matemáticas e interpretação de gráficos, mas proporcionar completude dos conceitos científicos. Nele, as questões energéticas foram tratadas a partir de aspectos relacionados à sustentabilidade e articuladas às diversas situações que se manifestam no dia a dia, buscando assim, com o ensino de Termoquímica e o enfoque CTSA, corroborar com a formação de cidadãos conscientes e atuantes na sociedade.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo configura uma Revisão Sistemática da Literatura cujo foco foram artigos publicados em periódicos científicos que envolvem o ensino de Termoquímica, com base na abordagem CTSA articulada aos princípios da didática complexa e transdisciplinar, da auto-hetero-ecoformação e da ecopedagogia. O artigo será submetido ao periódico *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, ISSN 1518-8795, que possui Qualis CAPES do quadriênio 2021-2024 avaliado como A1.

1. O ensino de Termoquímica à luz da abordagem CTSA: uma revisão sistemática da literatura em busca de tendências pedagógicas emergentes

Teaching Thermochemistry in the Light of the STSE Approach: a systematic literature review in search of emerging pedagogical trends

Resumo: Esta pesquisa buscou investigar como a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) pode favorecer a aprendizagem de conceitos termoquímicos, quando articulada a três tendências didático-pedagógicas, que são: a Didática Complexa e Transdisciplinar, a Auto-hetero-ecoformação e a Ecopedagogia. O objetivo principal centrou-se em realizar o mapeamento de publicações científicas fundamentadas na perspectiva CTSA e relacionadas ao ensino de Termoquímica na Educação Básica, a fim de identificar tendências pedagógicas emergentes utilizadas nesse contexto educacional, apontando lacunas e potenciais contribuições nos processos de ensino e de aprendizagem. Essa é uma pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo sendo utilizado o método de revisão sistemática da literatura (RSL) e a técnica da análise de conteúdo. Selecionamos sete produções que foram encontradas por intermédio de três descritores combinados por operadores booleanos, sendo as buscas feitas nas bases ERIC, Scopus, *Web of Science*, Scielo e *Google Scholar*. A RSL foi organizada fazendo o uso dos protocolos PRISMA e SPIDER, sendo adotado o recorte temporal dos últimos 10 anos (2016-2025) e a produção textual em formato de artigo científico como critério de inclusão e exclusão. Entre os resultados identificamos relações diretas com as tendências supracitadas, mas que se apresentaram de modo implícito nos textos. Ao pautar o ensino de formar interdisciplinar e transdisciplinar articulado ao enfoque CTSA, essa abordagem se revela favorecedora de uma aprendizagem crítico-reflexiva e contextualizada frente aos conceitos científicos relacionados à energia. Esse fator estimula a reflexão perante o consumo de energia com uma visão sustentável, favorecendo o protagonismo estudantil sob a perspectiva CTSA, sobretudo nas dimensões da autoformação e heteroformação.

Palavras-chave: Ensino de Química. Educação Básica. Transdisciplinaridade. Pensamento Complexo. Ecoformação.

Abstract: This study aimed to investigate how the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach can foster the learning of thermochemical concepts when articulated with three didactic-pedagogical trends: Complex and Transdisciplinary Didactics, Auto-hetero-ecoformation, and Ecopedagogia. The main objective was to map scientific

publications grounded in the STSE perspective and related to the teaching of Thermochemistry in Basic Education, in order to identify emerging pedagogical trends used in this educational context, as well as to point out gaps and potential contributions to teaching and learning processes. This is a qualitative bibliographic study that employed the systematic literature review (SLR) method and the content analysis technique. Seven studies were selected through three descriptors combined using Boolean operators, with searches conducted in the ERIC, Scopus, Web of Science, SciELO, and Google Scholar databases. The SLR was organized following the PRISMA and SPIDER protocols, adopting a ten-year time frame (2016–2025) and scientific articles as the inclusion and exclusion criteria. The results revealed direct relationships with the aforementioned trends, although they appeared implicitly in the analyzed texts. By grounding teaching practices in an interdisciplinary and transdisciplinary framework articulated with the STSE approach, this perspective proves to be conducive to critical-reflective and contextualized learning of scientific concepts related to energy. This, in turn, encourages reflection on energy consumption from a sustainability-oriented perspective, promoting student protagonism within the STSE framework, especially in the dimensions of self-formation and hetero-formation.

Keywords: Chemistry Education; Basic Education; Transdisciplinarity; Complex Thinking; Ecoformation.

1.1 Introdução

O ensino de Química atualmente vem se reorganizando em prol da articulação dos conceitos científicos com o que é realmente vivido pelos estudantes do Ensino Médio. Nesse contexto, a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) tem se destacado como uma estratégia didático-pedagógica que tende a promover a integração do conhecimento científico das componentes curriculares com os saberes da vida cotidiana de maneira multidimensional e multirreferencial. Essa estratégia é considerada promissora quando é trabalhada de maneira interdisciplinar, perpassando as fronteiras das componentes curriculares isoladas de modo transdisciplinar.

A abordagem CTSA evidencia-se como promissora no ensino de Química ao buscar integrar as dimensões sociais, tecnológicas e ambientais do mundo contemporâneo ao conhecimento químico. Especificamente no ensino da Termoquímica, cujo foco central reside nos aspectos energéticos das transformações químicas, essa abordagem adquire grande relevância ao permitir que os estudantes compreendam não só os processos químicos envolvidos em uma reação, como também seu papel individual e coletivo na sociedade.

Ao reconhecerem as diversas relações atreladas à energia, ao desenvolvimento tecnológico, à qualidade de vida e aos limites planetários, os estudantes são levados a adotar uma postura crítica frente aos temas essenciais para vida em sociedade, como o consumo energético e seus impactos ambientais. Para que isso ocorra, é necessário pensar um ensino que

vá além da fragmentação do conhecimento, encontrando na Didática Complexa e Transdisciplinar (DCT) proposta por Suanno (2015), o suporte epistemológico necessário para a religação dos saberes e a compreensão da profundidade que interliga essas questões.

As diversas formas de vida dependem dos processos energéticos para sua sobrevivência, de modo que todas as ações humanas estão intrinsecamente relacionadas às fontes, produção, consumo e distribuição de energia (Brown, 2016). Conforme destaca o autor, com exceção do que é proveniente do sol, a maior parte da energia utilizada no cotidiano é oriunda de reações químicas, evidenciando a centralidade da Química na compreensão do mundo contemporâneo.

Diante de tal complexidade, a abordagem CTSA pode ser sustentada pela Didática Complexa e Transdisciplinar, permitindo-nos problematizar e enfrentar os problemas de maneira contextualizada, articulando conhecimentos científicos, sociais e ambientais, além de favorecer uma leitura holística da realidade vivida no mundo atual. Nesse viés, a Didática Complexa e Transdisciplinar configura-se como o alicerce que possibilita o diálogo entre diferentes campos do saber, rompendo com o ensino isolado das componentes curriculares e promovendo a construção coletiva do conhecimento. Ao assumir a complexidade como princípio, ela favorece uma compreensão dinâmica dos fenômenos educativos e sociais, dando condições para práticas pedagógicas mais significativas e contextualizadas.

Para Petraglia, Arone e Martinez (2025, p. 3), “a Didática Complexa e a Transdisciplinaridade emergem como perspectivas para repensar a prática docente, proporcionando uma compreensão dinâmica e criativa dos processos educativos”. Essa perspectiva epistemológica sustenta e justifica a incorporação de tendências educacionais que consideram o indivíduo em sua totalidade.

Nesse contexto, a auto-hetero-ecoformação está relacionada às discussões teóricas que guardam aproximações com a Didática Complexa e Transdisciplinar ao conferir o processo educacional como uma ação que envolve indissociavelmente as dimensões pessoal (auto), relacional (hetero) e ambiental (eco). Compreender essa questão é reconhecer que a formação do sujeito ocorre na interação consigo mesmo, com o outro e com o meio em que está inserido, reafirmando o caráter de interdependência da educação. Segundo Petraglia, Arone e Martinez (2025), assim como a Didática Complexa e Transdisciplinar, a auto-hetero-ecoformação surge como uma tendência indispensável diante das transformações tecnológicas e sociais do mundo contemporâneo, o que infere um olhar mais sensível e integrado dos processos educativos.

Essa concepção formativa também dialoga com a ecopedagogia, na medida em que ligar e religar os saberes à compreensão da complexidade conduz o ser humano, necessariamente, à

ética do cuidado com o planeta. A ecopedagogia é fundamentada nos princípios da sustentabilidade e da responsabilidade e ainda reforça a dimensão ética da formação ao estimular a empatia, o cuidado e o compromisso com as formas de vida existentes. Mais do que uma prática voltada apenas para ações pontuais, ela propõe uma mudança de atitude centrada no “ser” sustentável, e não apenas no “fazer” sustentabilidade. Por isso, articular CTSA, Didática Complexa e Transdisciplinar, auto-hetero-ecoformação e ecopedagogia se justifica como um conjunto coerente de perspectivas ou tendências pedagógicas que privilegiam a formação de seres críticos, reflexivos, conscientes de suas responsabilidades sociais, ambientais e ético-planetárias.

Essa ética do cuidado envolve dimensões essenciais para o ensino de Termoquímica, quando se pretende discutir temas como produção de energia, emissões de gases, uso de combustíveis e responsabilidade ambiental. Dessa maneira, articular essas tendências pedagógicas com a abordagem CTSA frente ao ensino de Termoquímica, oferece uma base teórico-metodológica sólida para promover aprendizagens crítico-reflexivas, inovadoras e transformadoras.

Nesse sentido, esse artigo envolve uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) tendo como questão de investigação: Como tem sido estruturadas as propostas pedagógicas envolvendo CTSA direcionadas ao ensino de Termoquímica para estudantes do Ensino Médio? A fim de respondê-la tem-se como objetivo desse estudo, realizar o mapeamento de publicações científicas fundamentadas na perspectiva CTSA e relacionadas aos conceitos de Termoquímica na Educação Básica, a fim de identificar tendências pedagógicas emergentes utilizadas nesse contexto educacional, apontando lacunas e potenciais contribuições nos processos de ensino e de aprendizagem.

O artigo se estrutura em cinco seções que são: introdução, algumas considerações sobre a abordagem CTSA e as tendências pedagógicas associadas, a metodologia empregada na RSL, os resultados obtidos, as discussões e implicações educacionais e, por último, as considerações finais, que destacam as principais conclusões e perspectivas para futuras pesquisas.

1.2 Abordagem CTSA em articulação com tendências pedagógicas emergentes

O ensino de Termoquímica enfrenta inúmeros desafios no que diz respeito à promoção de uma aprendizagem que vá além da memorização de conceitos e fórmulas. Portanto, trabalhar com a abordagem CTSA pode ser uma alternativa metodológica que propicia o pensamento

crítico, principalmente, no que tange aos impactos científicos e tecnológicos no meio ambiente e na sociedade (Santos; Mortimer, 2002; Azevedo, 2019). Todavia, é notório a existência de lacunas que emergem junto à tentativa de implementar esse tipo de abordagem, especialmente pela necessidade de um olhar com nuances didáticas por parte dos docentes, que deve contemplar uma complexidade de pensamentos e planejamentos inerentes às relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, para promoção da formação cidadã.

Quando isso ocorre, entra-se em contato com a Didática Complexa e Transdisciplinar (Suanno, 2015, 2022), uma perspectiva inovadora capaz de articular diferentes áreas do conhecimento. Essa característica nos fornece uma visão integrada dos fenômenos de forma a ligar e religar os saberes e não só considera o todo, mas as partes que o compõe. De acordo com Santos (2008), o professor enfrenta muitos desafios para atuar nesse contexto educacional, uma vez que o preparo para ministrar aulas na perspectiva da Didática Complexa e Transdisciplinar deve ser pautado numa maneira holística referente ao conhecimento e às componentes curriculares, o que remete ao domínio de diversos saberes e não apenas um.

Diante disso, a Termoquímica, com seus aspectos de energia e impactos ambientais, é um conteúdo naturalmente complexo que demanda essa visão integralizada. Por isso, seu ensino baseado na Didática Complexa e Transdisciplinar é primordial, ultrapassando os limites conceituais disciplinares que são diretamente relacionados aos processos tecnológicos, sociais, ambientais e econômicos. Nesse viés, a Didática Complexa e Transdisciplinar articula conhecimentos científicos e não científicos, de forma a reconhecer uma relação de interdependência entre eles.

A Didática Complexa prioriza a questão de como ensinar e aprender considerando a complexidade que nos cerca, enquanto a Transdisciplinaridade se volta à maneira que devemos conectar os saberes. Portanto, o processo transdisciplinar permite que o professor supere a fragmentação do saber, ocasionado pelas situações de ensino disciplinar, transitando entre as diferentes áreas do conhecimento. É dessa forma que a Transdisciplinaridade poderá propor um ensino que dialogue com a realidade dos estudantes e, ao ser articulada à abordagem CTSA, ocasionalmente, o pensamento crítico e a capacidade de reflexão serão exercitados.

Auler (2007) adota três dimensões para classificar os estudos com enfoque CTSA - tema/relevância social, interdisciplinaridade e democratização dos processos de tomada de decisão. Nesse viés, é de extrema valia que existam investigações acerca de como a abordagem CTSA pode ser integrada, para este caso em específico, ao ensino de Termoquímica, sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar.

A Didática Complexa e Transdisciplinar é uma tendência que visa integrar saberes de diferentes campos do conhecimento em busca de valorizar a totalidade, as relações interpessoais e o local do aprendiz. Sua finalidade é vincular a complexidade a partir da subjetividade e da objetividade, de forma que sejam incluídos o espírito, a sociedade, a cultura, bem como o indivíduo, buscando uma compreensão que ultrapasse os caminhos das ciências naturais e da antropologia e atinja uma essência que reúna os saberes a partir de multirreferências e multidimensões (Cunha; Arantes; Suanno, 2016).

Para Cunha, Arantes e Suanno (2016), o educar tem como ponto de partida o despertar da sociedade-mundo que precisa ser cercada de interferência política. Assim, parte-se de questionamentos tendenciosos à promoção de sujeitos ativos na sociedade, em busca da construção de uma cultura que estabeleça uma real conexão entre as perspectivas humanísticas e científicas.

Em meio ao rápido avanço tecnológico, o século atual está repleto de problemas sociais, éticos, humanos e institucionais, o que torna necessário reinventar a escola partindo-se do princípio da não aceitação de que ciência e sociedade sejam distantes do ser humano e da natureza a qual ele pertence (Suanno, 2009). É nesse sentido que devem ser consideradas as dimensões sociais, ecológicas, econômicas, políticas e históricas no processo educacional. Assim, a ideia da complexidade se revela como de extrema relevância, visto que os princípios do conhecimento centram-se no contexto, na relação entre as partes e o todo, no multidimensional e no pensamento complexo (Morin, 2018).

Posto isso, a Didática Complexa e Transdisciplinar preza pela formação de sujeitos críticos e conscientes de sua interdependência com o mundo, sendo considerada uma educação para a vida e não apenas para o mercado de trabalho. Para tanto, ao separarmos os termos, é possível diagnosticar que a didática complexa prioriza as seguintes questões reflexivas: ‘Como ensinar e aprender considerando a complexidade que nos cerca?’ Sob outro enfoque, temos a transdisciplinaridade caracterizada como uma abordagem pedagógica que evidencia a seguinte pergunta: ‘De que forma devemos conectar os saberes em busca de compreender os fenômenos complexos científicos e humanísticos, culturais e multirreferenciais?’

Essa relação configura uma teoria tripolar proposta por Gaston Pineau (1988) denominada auto-hetero-ecoformação. Na autoformação, pode-se dizer que devemos nos atentar à centralização do eu, na qual a pessoa é capaz de exercer uma ação sobre si mesmo, contribuindo na sua própria mudança de postura de acordo com a realidade vivida, assumindo

responsabilidade na construção de seu conhecimento que refletirá em diversos âmbitos da vida (Garcia, 2023).

Em segunda instância, apresenta-se a heteroformação, que parte do pressuposto das relações entre os sujeitos em busca da integração social e, a ecoformação, que tende a relacionar sujeito e ambiente material (Silva, 2008). O princípio da ecoformação norteia-se à educação socioambiental e é definida como sendo “a formação recebida e construída na origem das relações diretas com o ambiente material: os não humanos, os elementos, a matéria, as coisas, a paisagem” (Pineau, 1977 *apud* Silva, 2008, p. 98).

Desse modo, podemos inferir que os pressupostos ecoformadores estão consideravelmente relacionados à ecopedagogia, pois ela é uma expressão pedagógica que aborda a ética do cuidado e da sustentabilidade, transformando a consciência ecológica em ações educacionais e sociais. Assim, a ecopedagogia caracteriza-se no campo educacional como uma abordagem teórico-prática conhecida por envolver aspectos ecológicos, éticos, justiça social e sustentabilidade.

A ecopedagogia tem como foco a reorganização das relações entre as pessoas e a natureza, valorizando mudanças de atitudes oriundas da sensibilidade ambiental, do cuidado, responsabilidade e afetividade. Seus elementos centrais advêm principalmente das ideias de Freire (1996) e neles podemos constatar a superação da visão de mundo que tem o homem como centro de tudo; a busca por uma educação transformadora proveniente da promoção de sujeitos ativos; as vivências cotidianas como forma de construir conhecimento científico, inclusão e justiça social, reconhecendo desigualdades existentes.

Para Dickmann (2022), a ecopedagogia é denominada pedagogia da sustentabilidade ou do desenvolvimento sustentável. Gadotti (2003) corrobora ao traduzir seu objetivo como sendo a busca pela ruptura com os princípios liberais da globalização, postulando uma cidadania planetária. Assim, a ecopedagogia surge como uma proposta educativa que visa conscientizar os estudantes, a partir de princípios ambientais, sociais e éticos, fazendo valer uma visão de futuro pautada na promoção do pensamento crítico-reflexivo perante os acontecimentos planetários. Essa perspectiva preconiza um futuro mais equitativo no que tange as relações humanas e ambientais, proporcionando mudanças de atitudes que terão impacto não só no dia de hoje, bem como nas futuras gerações (Kruger; Speck, 2025).

Essas concepções ora apresentadas serão utilizadas como lente de análise na RSL, organizada neste artigo para perceber tendências didático-pedagógicas essenciais na promoção do ensino de Termoquímica. Dessa forma, a Didática Complexa e Transdisciplinar, a auto-

hetero-ecoformação e a ecopedagogia, servirão de referencial analítico para a leitura aprofundada dos artigos encontrados, fazendo-se como ponte direta à metodologia estabelecida.

1.3 Procedimentos Metodológicos

Essa é uma pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo que se configura como uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), a partir de artigos publicados em periódicos científicos, realizada por intermédio dos protocolos de Itens de Relato Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises, *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)) e Amostra, Fenômeno de Interesse, Desenho (ou Delineamento), Avaliação e Tipo de Pesquisa, *Sample, Phenomenon of Interest, Design, Evaluation, Research type* (SPIDER). Adotou-se um recorte temporal dos últimos 10 anos, sendo inicialmente encontrados mais de 10 mil registros, dos quais 256 foram selecionados para triagem conforme relevância apresentada pelas bases de dados consultadas e critérios de inclusão e exclusão.

O tratamento dos dados ocorreu pela técnica da análise de conteúdo desenvolvida por Bardin (2016). Esse tipo de análise caracteriza-se como uma técnica adaptável de investigação com diversas finalidades a depender do campo de pesquisa, logo, se resume ao tratamento da informação contida nas mensagens analisadas de modo sistemático e objetivo, podendo ser subjetivo de cada indivíduo.

A análise de conteúdo (Bardin, 2016) propõe três fases principais, sendo elas: (i) pré-análise: que configura a definição das pesquisas e a leitura flutuante; (ii) exploração do material: diz respeito à categorização e codificação das amostras; e (iii) tratamento e interpretação dos resultados: síntese e conclusão.

As bases de dados utilizadas para encontrar os artigos foram o Centro de Recursos de Informação em Educação (*Education Resources Information Center* (ERIC)), que permite acesso gratuito à materiais educacionais diversos; a Scopus (Elsevier), que também abrange periódicos em educação; a *Web of Science*, tanto na coleção quanto na base Scielo, que possui revistas de alto impacto para a educação; bem como o *Google Scholar*.

Os descritores de busca acompanhados dos operadores *booleanos* OR e AND foram: “STSE education” OR “STSE approach” AND “Thermochemistry teaching”. Para a pesquisa no *Google Scholar*, foi considerado também a tradução desses descritores para o português, logo, “educação CTSA” OR “abordagem CTSA” AND “ensino de Termoquímica”. Para acessar as outras três bases de dados, utilizamos a Comunidade Acadêmica Federada (CAFe)

que é uma modalidade remota ao Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), integrada às instituições de ensino e pesquisa do Brasil.

Com as buscas finalizadas efetuamos a exportação dos registros encontrados a partir do formato de Sistemas de Informação de Pesquisa, *Research Information Systems* (RIS), uma espécie de arquivo de citação bibliográfica padronizado para ser utilizado em programas de gerenciamento de referências. Após esses trâmites, utilizamos o *software* Catchii (Halman; Oshlack, 2024) para triagem e organização dos dados, o que incluiu a detecção de duplicatas, a etapa de pré-análise de títulos/resumos (Bardin, 2016), e a geração do diagrama PRISMA.

Após a seleção dos registros encontrados, a RSL foi realizada seguindo o protocolo SPIDER que, traduzido ao português significa: amostra, fenômeno de interesse, desenho do estudo, avaliação e característica de pesquisa. Ele serviu como apoio nos processos de elaboração das perguntas e, por isso, é considerado o mais adequado para estudos qualitativos no campo educacional (Dantas *et al.*, 2022).

As questões mencionadas no protocolo SPIDER ajudam a definir quem são os indivíduos da pesquisa, qual é o fenômeno de interesse a partir dos comportamentos, experiências ou intervenções, os instrumentos utilizados na coleta de dados, a maneira como o pesquisador analisa e percebe a amostra de acordo com o fenômeno de interesse e o tipo de pesquisa pretendida ou realizada (Dantas *et al.*, 2022). Portanto, como o enfoque da temática Termoquímica foi direcionada para a Educação Básica, definiu-se os estudantes do Ensino Médio como público-alvo da investigação, bem como o que se pretendia investigar a partir do problema de pesquisa. A seleção dos dados bibliográficos foi essencial para considerar como o estudo seria conduzido a partir da delimitação do tema, do problema, dos objetivos e dos descritores utilizados nas buscas.

As buscas nas bases de dados foram iniciadas em maio de 2025 e o recorte temporal adotado foi de 2016 a 2025, cerca de 10 anos até a presente data, pois relaciona-se ao caráter emergente das pesquisas que articulam o ensino de Termoquímica à abordagem CTSA. Para inclusão e exclusão dos materiais utilizamos o protocolo PRISMA. Inicialmente ele tinha como foco viabilizar a RSL que avaliam os efeitos e intervenções na área da saúde, porém, já é possível replicá-lo para intervenções conforme os padrões adotados na área educacional (Page *et al.*, 2021).

Para organizar o processo de RSL foram adotadas quatro etapas: (i) identificação: caracterizada pela busca inicial de registros nas bases de dados selecionadas, conforme os descritores e operadores booleanos estabelecidos, filtros específicos, bem como informar o

número total de trabalhos encontrados; (ii) triagem: fase de suma importância para a remoção de itens duplicados, aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, leitura de títulos, resumo e palavras-chave, tendo como finalidade, no protocolo PRISMA, definir a quantidade de registros excluídos; (iii) elegibilidade: possivelmente a fase mais prolongada do protocolo, visto que exige a leitura completa dos textos selecionados, para confirmar se os critérios de inclusão foram atendidos. Essa fase exige que o pesquisador explicita quantos artigos foram lidos na íntegra indicando o motivo de possíveis outras exclusões; (iv) inclusão: é a etapa final do protocolo cujo objetivo é analisar os estudos que realmente foram selecionados para revisão.

Na fase de pré-análise (Bardin, 2016) em articulação aos princípios da RSL, realizamos a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, conforme os critérios de inclusão e exclusão (Quadro 1). Após a exclusão das pesquisas que não atenderam aos parâmetros adotados, a fase de exploração do material e de elegibilidade foi iniciada e os artigos restantes foram lidos na íntegra. Por fim, na etapa final do processo obteve-se o resultado da quantidade de registros que foram incluídos na RSL. Dessa maneira, cabe salientar que as etapas do protocolo PRISMA seguem um diagrama de fluxo padrão que pode ser adaptado para cada tipo de pesquisa.

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão dos artigos

Descrição	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Tema	Somente estudos que relacionem CTSA e Termoquímica.	Sem abordagem CTSA ou sem articulação com a Termoquímica
Área do conhecimento	Educação em Ciências e Ensino de Química	Sem relação com a Educação em Ciências ou Ensino de Química
Tipo de documento	Artigos científicos publicados em revistas científicas nacionais ou internacionais	Resumos, resenhas, editoriais, trabalhos de congresso, dissertações, teses ou capítulos de livro
Idioma	Português, inglês e espanhol	Diferente do português, inglês ou espanhol.
Recorte temporal	Publicações entre 2015 e 2025	Publicados antes de 2015 ou após 2025
Nível de ensino	Ensino médio/ Público-alvo entre 15 e 18 anos	Diferente do ensino médio
Acesso	Disponibilidade do texto completo e acesso aberto	Texto completo não disponível, acesso restrito ou sem disponibilidade grátis

Fonte: Autoria própria.

É importante ressaltar que a opção por incluir, exclusivamente, artigos científicos neste estudo, se justifica pela questão de já terem passado por revisão por pares e, além disso, é um tipo de publicação de extrema formalidade avaliativa por especialistas da área. Isso confere maior consistência teórica, rigor metodológico e confiabilidade aos resultados analisados.

Em continuidade à análise de conteúdo (Bardin, 2016), na fase de exploração do material, foram elaboradas quatro temáticas no aprofundamento da leitura dos artigos: o conteúdo científico Termoquímica aplicado à Educação Básica; adoção da perspectiva CTSA para o ensino do conteúdo científico; a articulação da abordagem CTSA às tendências pedagógicas da Didática Complexa e Transdisciplinar, da Auto-hetero-ecoformação e da Ecopedagogia; e, as implicações formativas centradas nas ações e propostas de ensino. A partir dessas temáticas foram elencadas duas dimensões *a priori* (1 e 2) e três dimensões que emergiram *a posteriori* (3, 4 e 5), que estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2. Dimensões estabelecidas para análise dos artigos

Dimensão	Subdimensão	Objetivo
1. Concepções acerca do ensino e da aprendizagem de Termoquímica	Abordagens utilizadas; e papel dos estudantes nessas abordagens	Identificar abordagens e o papel dos estudantes no ensino de Termoquímica.
2. Articulação do ensino de Termoquímica com a abordagem CTSA	Contextualização; promoção de sujeitos críticos; e visão para a sustentabilidade	Analisar como a Termoquímica é articulada com a abordagem CTSA
3. Potencialidades pedagógicas do enfoque CTSA no ensino de Termoquímica	Aprendizagem e mudanças de atitudes	Mencionar contribuições significativas e possíveis mudanças de atitude
4. Limitações e desafios para a implementação eficaz da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica	Carência de formação docente específica e continuada; escassez de materiais didáticos; estrutura física da escola; e resistência à mudança	Apresentar possíveis dificuldades ligadas à prática pedagógica
5. Perspectivas para uma prática pedagógica transformadora	Contribuições para o currículo; tendências de ensino-aprendizagem e propostas de inovação	Identificar a didática complexa e transdisciplinar, auto-hetero-ecoformação e ecopedagogia na metodologia adotada

Fonte: Autoria própria.

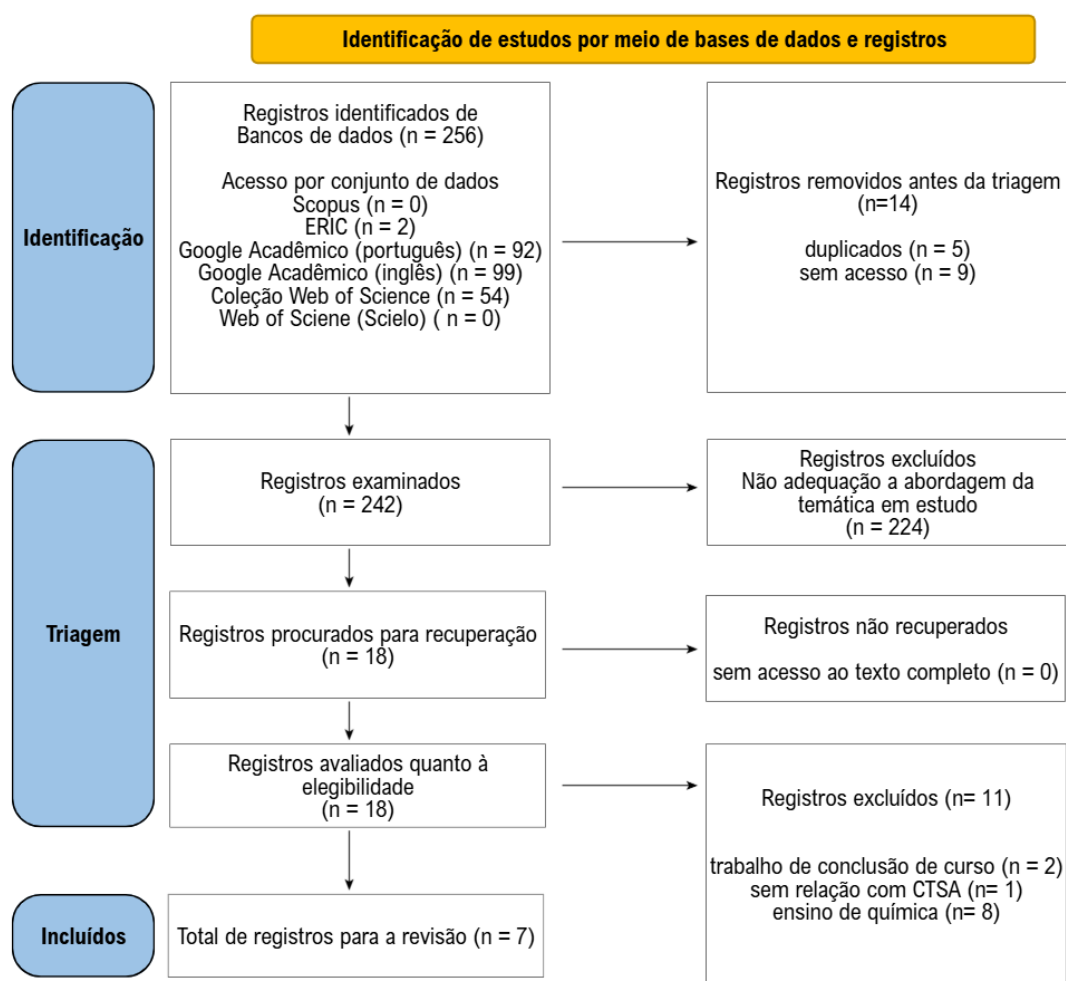
1.4 Resultados e Discussão

A partir dos descritores em português, o *Google Acadêmico* encontrou 575 registros e para os descritores em inglês foram identificados um total de 10,1 mil. No entanto, coletamos aqueles que se apresentavam nas dez primeiras páginas com base na exaustão da amostragem. Optamos por proceder assim devido às buscas apresentarem uma saturação de temas não

relevantes, apesar da inclusão de descritores e filtros. Ademais, os artigos mais congruentes aparecem nas primeiras páginas e a taxa de artigos elegíveis se tornou insignificante.

No diagrama do protocolo PRISMA (Figura 1) estão demonstradas as etapas realizadas no processo inicial da RSL. Os critérios de inclusão foram essenciais na fase de elegibilidade, uma vez que inicialmente tínhamos 256 registros, dos quais 7 (sete) foram selecionados para a análise.

Figura 1. Diagrama do protocolo PRISMA



Fonte: Elaboração própria com dados da pesquisa. Adaptado de Catchii (2025).

Os sete artigos científicos selecionados para compor o *corpus* da RESL estão organizados em ordem cronológica e listados no Quadro 3.

Quadro 3. Artigos selecionados a partir do protocolo PRISMA

Artigo	Autoria/Ano	Título	Revista	Q
1	Martinez-Borreguero <i>et al.</i> (2019)	Analysis of the Concept of Energy in the Spanish Curriculum of Secondary Education and Baccalaureate: A Sustainable Perspective	Sustainability	A3
2	Moretti e Rocha (2019)	Termoquímica na perspectiva CTSA para o processo de alfabetização científica de alunos do 2º ano do Ensino Médio	Ensino e Multidisciplinaridade	B1
3	Pereira <i>et al.</i> (2020)	Termoquímica na perspectiva CTSA para o ensino de química por meio das TIC	Revista Insignare Scientia	A2
4	Livramento <i>et al.</i> (2021)	Unidade temática sobre mineração do carvão: uma proposta para o ensino e termoquímica com enfoque CTS	Revista Virtual de Química	B1
5	Moretti e Rocha (2021)	Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2
6	Silva, Santiago e Vieira (2022)	Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2
7	Toledo Netto e Loli (2023)	Uma proposta didática com abordagem CTS para o ensino de química em uma escola de ensino médio	Revista Brasileira Multidisciplinar	A3

Fonte: Autoria própria. Onde Q, representa a classificação Qualis do periódico no quadriênio 2021-2024.

Dos registros selecionados, seis deles – Moretti e Rocha (2019; 2021), Pereira *et al.* (2020), Livramento *et al.* (2021), Silva, Santiago e Vieira (2022) , Toledo Netto e Loli (2023) – são provenientes da pesquisa realizada em português no *Google Acadêmico*, aparecendo alguns deles em duplicidade em outras plataformas. Apenas um artigo foi oriundo da *Web of Science* – Martinez-Borreguero *et al.* (2019). A seguir, são apresentas as análises feitas a partir das dimensões já elencadas no Quadro 2.

1.4.1 Concepções acerca do ensino e da aprendizagem de Termoquímica

Ao explorar os artigos por intermédio de uma leitura minuciosa foi possível inferir para a dimensão 1 ‘Concepções acerca do ensino e da aprendizagem de Termoquímica’, que Martinez-Borreguero *et al.* (2019), no artigo 1, focou na abordagem CTSA a partir do uso sustentável de energia relacionado à educação ambiental. Porém não houve menção ao papel do estudante nesse processo. Em contraste, Moretti e Rocha (2019), no artigo 2, destacam que a abordagem CTSA favorece a participação ativa dos estudantes por meio de discussões, debates e contextualizações.

Esse papel ativo também se evidencia no artigo 3, de Pereira *et al.* (2020), que articula CTSA ao uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) durante o período pandêmico. Livramento *et al.* (2021), no artigo 4, também enfatizam a participação do estudante ao adotar uma prática com CTS, por meio de unidades temáticas, que promovem atividades de investigação, discussão, experimentação, pesquisa e simulação. De forma semelhante, Moretti e Rocha (2021), no artigo 5, trabalha a CTSA com base em situações reais, ressaltando a educação dialógica como metodologia que torna o estudante ativo durante boa parte do processo educacional.

O estudante também aparece como centro dos processos de ensino e de aprendizagem no artigo 6, de Silva, Santiago e Vieira (2022), ao articularem a educação CTS ao pensamento crítico, posicionando o estudante como sujeito ativo na construção do conhecimento. Toledo Netto e Loli (2023), no artigo 7, utilizam a perspectiva CTS para discutir questões sociocientíficas relacionadas às barragens de rejeitos de minério, apresentando etapas como discussões, experimentos e investigações, que contribuem significativamente para a formação de sujeitos críticos e ativos.

1.4.2 Articulação do ensino de Termoquímica com a abordagem CTSA

Em relação à dimensão 2 ‘Articulação do ensino de Termoquímica com a abordagem CTSA’, identificamos diferentes formas de contextualização nos estudos analisados. Cada artigo trouxe um modo particular de aproximar os conteúdos termoquímicos das dimensões sociais, tecnológicas, ambientais e políticas, desvelando uma diversidade de caminhos possíveis de articular e integrar ciência e cotidiano.

Martinez-Borreguero *et al.* (2019) relacionou a Termoquímica e a sustentabilidade no contexto da educação ambiental com foco no conceito de energia. Já Moretti e Rocha (2019; 2021), exploraram o estudo da Termoquímica por meio das vivências cotidianas dos estudantes,

utilizando exemplos como respiração, poluição ambiental e saúde humana para estabelecer essas conexões.

De modo semelhante, Pereira *et al.* (2020), buscou aproximar a Termoquímica de temas do cotidiano ao estudar alimentação saudável e hábitos alimentares, associando conceitos termoquímicos à unidade de medida expressa em calorias. Livramento *et al.* (2021), teve uma abordagem focada em discutir questões relacionadas à mineração de carvão, articulando conceitos como combustão, energia, calor, temperatura e entalpia, além da produção de energia elétrica em usinas termelétricas e processos industriais.

Silva, Santiago e Vieira (2022) vincularam a Termoquímica face às questões sociais, políticas, econômicas e tecnológicas, especialmente no que se refere aos combustíveis e à energia, englobando conceitos de calor, temperatura e processos exotérmicos e endotérmicos. Por fim, Toledo Netto e Loli (2023), trouxeram a Termoquímica de forma implícita ao analisar e promover discussões acerca do acidente ocorrido na barragem de rejeitos de minério em Brumadinho, Minas Gerais, ressaltando a importância do conhecimento químico na compreensão e mitigação de desastres ambientais.

Em síntese, os estudos analisados evidenciaram que o ensino de Termoquímica e a abordagem CTSA têm sido articulados à contextualização de conceitos científicos em problemáticas socialmente relevantes, envolvendo temas como sustentabilidade, saúde, alimentação, produção e consumo de energia, atividades industriais e desastres ambientais. Essa diversidade temática demonstra o potencial do enfoque CTSA para ampliar o significado dos conceitos da Termoquímica, de modo a promover a integração entre conhecimento científico e questões socioambientais contemporâneas. Dessa maneira, observa-se que tais articulações favorecem para um ensino de Termoquímica mais contextualizado, crítico e reflexivo, contribuindo para a compreensão da ciência em suas inter-relações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

1.4.3 Potencialidades pedagógicas do enfoque CTSA no ensino de Termoquímica

A partir da dimensão 3 ‘Potencialidades pedagógicas do enfoque CTSA no ensino de Termoquímica’ observamos que as pesquisas apresentaram contribuições relevantes para o desenvolvimento de consciência crítica, tomada de decisão informada e maior engajamento discente frente às relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, ainda que as estratégias adotadas fossem distintas.

A melhoria da competência dos estudantes em questões relacionadas à sustentabilidade e educação ambiental são apontadas por Martinez-Borreguero *et al.* (2019), que destacam a conscientização como elemento formativo e indicando a necessidade de intensificar ações voltadas aos problemas ambientais atuais e futuros. Já Moretti e Rocha (2019) evidenciam a promoção da alfabetização científica e tecnológica, a partir de avanços na aprendizagem de conceitos científicos, contribuindo para que os estudantes reconheçam os combustíveis renováveis como alternativas mais adequadas para um mundo sustentável.

Possibilidades de ensino envolvendo CTSA e Termoquímica mediado por TIC são apresentadas por Pereira *et al.* (2020), ao revelarem a motivação dos estudantes na construção de argumentação crítica. Por outro lado, Livramento *et al.* (2021), destacam a adequação conceitual alcançada por meio da abordagem CTS, que favorece o pensamento crítico-reflexivo sobre os impactos ambientais e sociais da mineração e da produção de energia elétrica por fontes não renováveis. Isso possibilitou aos estudantes o julgamento de situações reais, com base em conhecimento científico, e a participação, de forma democrática, em decisões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Moretti e Rocha (2021) reforçam a apropriação do conhecimento científico a partir de acontecimentos cotidianos, estimulando o pensamento crítico-reflexivo por meio da observação. Dessarte, Silva, Santiago e Vieira (2022), mencionam avanços na aprendizagem que foram decorrentes da estratégia didático-pedagógica adotada, bem como a evolução do pensamento crítico e a melhoria da sequência de ensino. Por fim, Toledo Netto e Loli (2023), atribuem à abordagem CTSA a capacidade de promover uma apropriação engajada e fundamentada do conhecimento para formar cidadãos cientificamente alfabetizados, tecnologicamente participativos e críticos na tomada de decisões, por meio do uso de metodologias diversificadas.

Em suma, os estudos analisados indicam que o enfoque CTSA no ensino de Termoquímica apresenta importantes potencialidades pedagógicas, ao favorecer o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica, da consciência socioambiental e do pensamento crítico-reflexivo dos estudantes. Ao articular conceitos científicos às problemáticas reais e contemporâneas, como sustentabilidade, produção de energia, impactos ambientais e decisões sociotécnicas, a abordagem CTSA contribui para tornar os processos de ensino e de aprendizagem significativos. Além disso, ao utilizar diferentes estratégias didático-pedagógicas há uma ampliação das possibilidades de engajamento discente que fortalece a formação de

sujeitos capazes de compreender, avaliar e intervir de forma crítica nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

1.4.4 Limitações e desafios para a implementação eficaz da abordagem CTSA no ensino Termoquímica

Na análise da dimensão 4 ‘Limitações e desafios para a implementação eficaz da abordagem CTSA no ensino Termoquímica’, Moretti e Rocha (2019; 2021), Pereira *et al.* (2020) e Livramento *et al.* (2021), não trouxeram limitações explícitas, dando a entender que a prática pedagógica realizada foi eficaz e satisfatória por completo.

Por outro lado, Martinez-Borreguero *et al.* (2019) inferem sobre a carência de ações na educação que visam a perspectiva CTSA, advinda principalmente dos professores, seguida da saturação do currículo dos diferentes itinerários com os conteúdos puramente teóricos, da ausência de reflexão coletiva sobre estes problemas e da falta de recursos didáticos. Silva, Santiago e Vieira (2022), por sua vez, mencionam a necessidade de potencialização e aplicação de sequências didáticas de modo eficiente.

Já Toledo Netto e Loli (2023) citam a dificuldade matemática dos estudantes para resolver cálculos termoquímicos, a complicação em sensibilizar e fazer com que os estudantes se comprometam em prol da causa abordada. Ainda apontam a questão de inúmeras distrações, bem como a dificuldade de relacionar o conteúdo sistematizado e complexo com o cotidiano do estudante, para que ele tenha um posicionamento crítico diante de tais questões.

Face ao exposto, é necessário considerar limitações na implementação de ações educacionais associada ao enfoque CTSA, bem como a existência de dificuldades vinculadas à prática pedagógica do professor. Assim, carências e resistências às mudanças existem e devem ser explicitadas para que atitudes sejam tomadas e revelem um novo cenário educacional.

Embora a abordagem CTSA apresente reconhecidas potencialidades para o ensino de Termoquímica, sua implementação ainda enfrenta desafios de natureza pedagógica, curricular e formativa. Entre esses obstáculos destacam-se a predominância de currículos centrados em conteúdos teóricos, a escassez de recursos didáticos adequados, a necessidade de maior preparo docente para desenvolver práticas contextualizadas e a dificuldade de alguns estudantes em lidar com aspectos conceituais e matemáticos da Termoquímica. Soma-se a isso a complexidade de promover o engajamento discente e de relacionar conteúdos científicos sistematizados com problemáticas do cotidiano. Portanto, é fundamental reconhecer essas limitações, propiciando reflexões e proposições que fortaleçam a formação de professores e a adoção de práticas

pedagógicas mais integradoras, críticas e contextualizadas no ensino de Ciências, sobretudo na Química.

1.4.5 Perspectivas para uma prática pedagógica transformadora

Buscamos na dimensão 5 ‘Perspectivas para uma prática pedagógica transformadora’ relacionar as três tendências pedagógicas contemporâneas, aqui destacadas, ao ensino de Termoquímica à luz da abordagem CTSA. Essa interface possui o papel fundamental de distanciar práticas advindas da pedagogia tradicional, além de aproximar o estudante de princípios humanísticos, críticos e integradores, desde que o docente adote uma prática pedagógica voltada para essas tendências educacionais. Para isso, elencamos possíveis contribuições para o currículo da Química e propostas de inovação, com foco em práticas pedagógicas transformadoras.

As tendências pedagógicas descritas no Quadro 4, mesmo estando interrelacionadas, apresentam particularidades e especificidades. Um comparativo foi elaborado para esclarecer as ideias e observações que fundamentaram a análise dos artigos. Ainda que numeradas, vale salientar que as tendências não se põem de maneira hegemônica, mas sim, tivemos o intuito de facilitar a organização da discussão aqui realizada.

Quadro 4. Interrelação entre tendências pedagógicas emergentes

Tendência	Foco principal	Processo educativo	Interconexão
(i) Didática Complexa e Transdisciplinar	Rompimento do ensino fragmentado	Interdependência entre conhecimento científico e saberes diversos	Multidimensional: humanas, sociais, culturais, ecológicas, artísticas etc.
(ii) Auto-hetero-ecoformação	Processo formativo integral	Como aprender a partir da relação consigo mesmo, com os outros e com o ambiente	Processo formativo que dá vida a didática complexa
(iii) Ecopedagogia	Consciência educacional para ser sustentável	Cuidado com o planeta Terra, partindo da empatia e da ação frente à natureza	Finalidade ética e planetária

Fonte: Autoria própria.

Na tentativa de romper com um ensino fragmentado, os artigos adotaram uma abordagem que envolveu ciência, tecnologia e sociedade, tendo alguns deles, o direcionamento para o meio ambiente. A relação de interdependência entre esses quatro campos deu subsídio para que a Termoquímica fosse ensinada de maneira mais contextualizada, envolvendo os saberes alheios às relações conteudistas da Química.

A partir do momento em que o docente desenvolve uma estratégia didático-pedagógica que perpassa as fronteiras de uma componente curricular específica, relacionando-a com outros saberes, também científicos, há presença concreta da Didática Complexa e Transdisciplinar. Nesse caso, o uso da abordagem CTSA, ligada ao ensino de Termoquímica, pode contribuir na promoção de uma ideia inter e transdisciplinar, mesmo não sendo mencionado quais outras componentes curriculares estavam diretamente relacionadas à abordagem ou envolvidas no processo educativo.

O contato da Didática Complexa e Transdisciplinar com as três dimensões da abordagem CTSA (Auler, 2007), tem relação direta com as questões tecnológicas, ambientais e com outros saberes. Este tipo de prática tende a instigar a transformação do indivíduo a partir de uma visão complexa em torno da realidade, fazendo com que os estudantes sejam estimulados a (re)pensar, criticar e refletir acerca da ciência e da sociedade.

Corroborando ao exposto, Amaral (2025, p. 400) defende o desenvolvimento de um pensamento químico que favoreça uma educação humanizadora “na medida em que valoriza a identidade, as experiências e o existir das pessoas; e transformadora, quando busca promover qualidade de vida e propor modelos viáveis para a construção de uma sociedade justa, inclusiva, igualitária e sustentável”.

Voltando especificamente à análise dos artigos conforme a dimensão 5, Martinez-Borreguero *et al.* (2019) e Moretti e Rocha (2019; 2021) reconhecem o uso da abordagem CTSA a todo momento, principalmente quando se voltam para as questões da saúde humana, relacionando-a com a poluição ambiental e indicando contextos e fenômenos do cotidiano que contribuem para que isso ocorra. Livramento *et al.* (2021) indagam sobre processos colaborativos entre docentes e pesquisadores com o intuito de intensificar diálogos crítico-reflexivos, seguidos de ideias para a melhoria do ensino de Termoquímica. Isso se faz coerente no que tange as ideias da Didática Complexa e Transdisciplinar, pois há valorização da pluralidade de saberes.

Moretti e Rocha (2019; 2021) ainda revelam uma prática docente organizada em três momentos pedagógicos – problematização, organização e aplicação do conhecimento – de modo que a aprendizagem fosse realizada de modo reflexivo e relacional.

Ao fazer o uso de TIC, Pereira *et al.* (2020) trouxeram um modelo de ensino investigativo na tentativa de induzir os estudantes a serem protagonistas de seu aprendizado, frente ao isolamento mundial ocasionado pela pandemia da COVID-19. Essa atitude é uma demonstração de que, mesmo estando em espaços não formais de ensino, que nesse caso em

específico eram as residências, é possível ter contato direto com as questões sociais e aprender de maneira interligada com a ciência e os saberes contextualizados. Dessa forma, a partir da vivência cotidiana, é possível inferir, de maneira clara, a sensibilidade de um contexto educativo, complexo, multirreferencial e multifacetado, princípio orientador da Didática Complexa e Transdisciplinar.

Ao interligar conceitos científicos e contexto social, Silva, Santiago e Vieira (2022) e Toledo Netto e Loli (2023) buscaram promover o exercício de uma cidadania crítico-reflexiva e, por intermédio da mudança de pensamento, auxiliaram na ampliação do ensino em dimensões cognitivas, éticas e sociais, propondo a resolução de problemas advindos da sociedade. Isso caracteriza e induz o desenvolvimento de uma visão humanista e integradora, proposta pela Didática Complexa e Transdisciplinar.

A unidade temática presente em Livramento *et al.* (2021), propôs uma reflexão coletiva, sendo notada uma clara participação de professores e pesquisadores em conjunto. Todavia, um dos docentes ao observar isso, sugeriu que fossem desenvolvidas abordagens de caráter individual, pois toda a unidade temática já envolvia ações coletivas. Então, refletir acerca dos impactos ao meio ambiente proveniente das ações humanas de modo individual, favorece às mudanças de atitude de cada um que reverbera no todo.

Martinez-Borreguero *et al.* (2019) realizaram uma investigação documental e teórica sobre currículo, não demonstrando indícios de auto-hetero-ecoformação, pois o texto aborda uma análise curricular sem mencionar uma prática pedagógica ativa e direta com estudantes, inexistindo processos reflexivos e colaboradores, bem como ações que envolvam a formação de indivíduos para e com a sociedade.

Ao desenvolverem e aplicarem uma sequência didática, Moretti e Rocha (2019; 2021), é possível constatar uma aprendizagem promovida pela reflexão pessoal, bem como pela interação entre os indivíduos participantes. Além disso, há pequenos indícios de ecoformação quando são levantadas questões sobre poluição ambiental. Porém, não há evidências de práticas que visem autonomia e reflexão, bem como ações que promovam a transformação ambiental, apresentando somente a intencionalidade de propiciar a alfabetização científica dos estudantes público-alvo.

Pereira *et al.* (2020) revelam o princípio motivador realizado pelo docente na intenção de questionar e argumentar, de propor atividades em equipe, bem como o de expressar o desejo pelo cuidado com o corpo. Há uma visão auto-hetero-ecoformadora do processo educacional

por intermédio da autonomia do pensar, visto que o ambiente vivido pelos estudantes implica diretamente nessa relação.

A autoformação aparece em Silva, Santiago e Vieira (2022) quando o pensamento crítico necessita de uma reflexão autônoma e do exercício da argumentação, no qual o estudante aprende a pensar por si. A evidência da heteroformação inferiu-se quando houve interação e diálogo entre os agentes na produção do conhecimento, principalmente, no que concerne aos estudantes, demonstrado por intermédio de áudios, vídeos e registros escritos. Por outro lado, não há indícios de ecoformação, visto que o trabalho não aborda relações diretas com o meio ambiente, ainda que fazendo o uso da abordagem CTS.

As reflexões proposta por Toledo Netto e Loli (2023) acerca de um desastre ambiental, estimulam o processo de autoformação, pela própria análise e tomada de consciência para aprender. Cabe ressaltar que o ambiente escolar é caracterizado como espaço coletivo de aprendizagem, logo, a interação e o diálogo foram de suma importância para o desenvolvimento da heteroformação, bem como as questões socioambientais devido à aprendizagem relacionada à ação do homem e ao impacto disso no meio ambiente, o que caracteriza a ecoformação.

Ao analisar os artigos 2, 5, 3 e 4 (Moretti; Rocha, 2019, 2021; Pereira *et al.*, 2020; Livramento *et al.*, 2021), observamos um foco explícito no papel ativo do estudante. Essa ênfase no protagonismo juvenil, por meio de atividades de investigação e discussão, pode ser interpretada como um alinhamento indireto com a dimensão da autoformação, que centra o indivíduo como agente de sua própria mudança de postura e construção de conhecimento. Por sua vez, Martinez-Borreguero *et al.* (2019), no artigo 1, ao focarem na sustentabilidade e uso de energia, se conectam diretamente com os princípios da ecopedagogia e da ecoformação, mesmo que não utilize a terminologia formal.

Já em Silva, Santiago e Vieira (2022), artigo 6, foi possível identificar uma ênfase direcionada ao pensamento crítico, a partir da aprendizagem científica numa esfera social, não se tratando diretamente de questões ambientais, sustentáveis ou ecológicas. Em contrapartida, há uma menção a respeito da dimensão ética, porém sem envolver aspectos da ecopedagogia. Portanto, não existiram questões relacionadas à consciência ambiental ou ao cuidado com o planeta Terra.

A análise feita deixa em voga que Toledo Netto e Loli (2023), no artigo 7, trouxe uma relação direta com os princípios da ecopedagogia, baseando-se principalmente na educação ambiental e na sustentabilidade, promovendo ações positivas frente ao meio ambiente, principalmente no que concerne ao uso consciente de recursos. De modo explícito e coerente,

eles propõem uma tomada de decisão socioambiental na qual os estudantes deveriam se sentir mais responsáveis frente às atitudes que visam o cuidado ecológico a partir da problematização em contexto real. A reflexão sobre os impactos ambientais e sociais da mineração e da energia não renovável se alinha aos princípios da ecopedagogia, que preza pela consciência crítica sobre as relações entre ser humano e natureza. No entanto, não há ações concretas de transformação ambiental, mas sim, a reflexão acerca dos impactos ecológicos.

Numa visão geral, os artigos 1, 2, 5, 3, 4 e 7, respectivamente de autoria de Martinez-Borreguero *et al.* (2019), Moretti e Rocha (2019; 2021), Pereira *et al.* (2020), Livramento *et al.* (2021) e Toledo Netto e Loli (2023), envolvem uma abordagem ecopedagógica no ensino de Termoquímica. Martinez-Borreguero *et al.* (2019) ao apresentarem aspectos energéticos sob uma perspectiva sustentável, reconhecem a necessidade de ações educativas que busquem solucionar problemas ambientais futuros e atuais, mas sem demonstrarem explicitamente, práticas pedagógicas concretas voltadas para isso, houve apenas menções.

Já Moretti e Rocha (2019; 2021) objetivaram a estimulação do pensamento crítico frente à poluição da atmosfera pela ação do ser humano, responsabilizando-nos pelas atitudes. Assim, discutir a temática saúde e meio ambiente reforça a ideia de consciência ecológica e relação ética entre ciência e formas de vida. Ao mencionarem o cuidado com o próprio corpo, partindo de hábitos alimentares, Pereira *et al.* (2020) abrangem consciência de valores e cuidado consigo mesmo. Essas questões quando relacionadas ao conhecimento científico, de modo contextualizado, perpassam uma dimensão ética e ecológica propiciando saberes para viver durante um isolamento mundial (pandemia).

Assim, Pereira *et al.* (2020) apresenta indícios de ecopedagogia à medida em que promove uma educação voltada ao autocuidado e à reflexão crítica sobre práticas cotidianas sustentáveis, mesmo que sem foco explícito para o meio ambiente natural. Por fim, Toledo Netto e Loli (2023) ao refletirem os impactos ambientais e sociais da ação atribuída ao uso de minérios e da energia não renovável, instigam a tomada de consciência ética e planetária.

Portanto, a análise dos estudos evidenciou uma articulação entre o ensino de Termoquímica e a abordagem CTSA que apresenta convergências significativas com os princípios da Didática Complexa e Transdisciplinar. Ao promover práticas pedagógicas que buscam integrar conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, embora nem todos os trabalhos explicitem tais referenciais teóricos, observamos a presença de elementos que favorecem a contextualização do conhecimento, o protagonismo discente, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aproximação entre ciência e cotidiano.

Para mais, identificamos indícios de processos formativos relacionados à autoformação, heteroformação e ecoformação, além de aproximações com os princípios da ecopedagogia, especialmente quando os estudos abordam problemáticas socioambientais e incentivam reflexões éticas e responsáveis sobre as relações entre ser humano, ciência e natureza. Sendo assim, mesmo que de maneira heterogênea e, por vezes, implícita, as práticas analisadas indicam possibilidades de construção de um ensino de Termoquímica mais integrador, humanista e comprometido com a formação crítica e cidadã dos estudantes.

1.5 Considerações Finais

A pesquisa realizada evidenciou que a abordagem CTSA e as estratégias didáticas e pedagógicas adotadas podem contribuir, demasiadamente, para a aprendizagem de conceitos termoquímicos, explicitando a construção do conhecimento científico articulado aos mais diversos contextos sociais, envolvendo questões tecnológicas e ambientais.

Constatamos também que, quando orientado pela perspectiva CTSA, o ensino de Termoquímica tende a promover uma aprendizagem mais contextualizada, crítica e reflexiva do indivíduo para si, para a sociedade e para o meio ambiente, estimulando o protagonismo estudantil a partir de situações reais frente à exploração da natureza.

Destacamos uma forte presença, ainda que implicitamente, de tendências pedagógicas emergentes que aqui foram consideradas – Didática Complexa e Transdisciplinar, Auto-hetero-ecoformação e Ecopedagogia. Essas questões apontam para a necessidade de um processo educacional que rompa as fronteiras de componentes curriculares, contribuindo para uma formação interdependente, integral e consciente do indivíduo, além do envolvimento multidimensional e multirreferencial.

É de grande valia mencionar que houve fragilidades importantes de considerar, como a escassez explícita sobre quais componentes curriculares foram utilizadas nos estudos, em busca de promover a interdisciplinar e a transdisciplinaridade. Essa ausência dificultou a compreensão da integralidade proposta pela abordagem CTSA. Diante de tais constatações, recomenda-se que pesquisas futuras tornem mais explícitas as práticas interdisciplinares e transdisciplinares adotadas, especificando as áreas do conhecimento envolvidas e o tipo de integração promovida.

Além disso, é fundamental que os estudos distingam com clareza as concepções de educação ambiental e ecopedagogia, uma vez que ambas, embora compartilhem objetivos semelhantes, divergem quanto às dimensões do “ser sustentável” e do “fazer sustentável”. A

elucidação desses elementos contribuirá para fortalecer o caráter formativo e crítico do ensino de Termoquímica perante a abordagem CTSA, tornando assim, os processos de ensino e de aprendizagem mais coerentes com as demandas do mundo atual, em prol de uma prática educacional científica contextualizada e transformadora.

Reitera-se que o objetivo deste artigo foi alcançado satisfatoriamente, uma vez que se realizou o mapeamento sistemático da produção científica acerca da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura conduzida com base nos protocolos PRISMA e SPIDER. Por meio desse processo, foi possível selecionar sete artigos cuja análise, especialmente no âmbito das perspectivas para uma prática pedagógica transformadora, evidenciou que as principais conclusões se concentram na articulação teórica com a Didática Complexa e Transdisciplinar, a auto-hetero-ecoformação e a ecopedagogia ainda que de maneira implícita.

Diante disso, os estudos analisados apontam o favorecimento do protagonismo estudantil sob a perspectiva CTSA, sobretudo nas dimensões da autoformação e da heteroformação. Em consequência, o presente estudo contribui ao oferecer uma estrutura teórica integrada, ancorada na Didática Complexa e Transdisciplinar, que pode auxiliar futuras investigações e práticas pedagógicas no desenvolvimento e na análise de propostas de ensino de Termoquímica sob a ótica do enfoque CTSA.

Por fim, em relação às limitações, tem-se o baixo número de registros elegíveis, indicando que a articulação entre CTSA e Termoquímica ainda constitui um campo emergente, o que restringe a generalização dos resultados. Nesse sentido, deixamos como sugestão que pesquisas futuras avancem na criação, aplicação e validação de Sequências Didáticas, incorporando explicitamente os pressupostos da Didática Complexa e Transdisciplinar, da Auto-hetero-ecoformação e da Ecopedagogia, para favorecer de modo teórico-metodológico o ensino de Termoquímica, baseado em uma perspectiva crítica, contextualizada e sustentável.

Referências

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Visão plural, multifacetada e socialmente articulada da química como caminho para fortalecer uma perspectiva de educação química humanizadora e transformadora. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 400-410, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160481>

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. 280p.

CUNHA, Regina Célia; ARANTES, Victor Hugo Paiva; SUANNO, João Henrique. A sala de aula transdisciplinar nutrida pelo pensamento complexo. **REVELLI – Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, Inhumas, v. 8. n. 4, p. 72-84, 2016.

DANTAS, Hallana Laisa de Lima *et al.* Como elaborar uma revisão integrativa: sistematização do método científico. **ReCiEn - Revista Científica de Enfermagem**, v. 12, n. 37, p. 334–345, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24276/rrecien2022.12.37.334-345>

DICKMANN, Ivo. Reinventando a ecopedagogia: patriarcado, modernidade e capitalismo. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 1–16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47401/revisea.v9i1.18105>

GADOTTI, Moacir. A ecopedagogia como pedagogia apropriada ao processo da Carta da Terra. **Revista de Educação Pública**, v. 12, n. 21, p. 11-24, 2003.

GARCIA, Edson Roberto Bogas. Auto-hetero-eco formação do estudante de direito: propostas de atividades educativas a partir das tutelas provisórias. **Revista Linhas Jurídicas**, v. 10, n. 2, p. 97-115, 2023.

HALMAN, Andreas; OSHLACK, Alicia. Catchii: Empowering literature review screening in healthcare. **Research Synthesis Methods**, v. 15, n. 1, p. 157–165, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/jrsm.1675>

KRUGER, Amanda Dal Molin; SPECK, Raquel Ângela. Ecopedagogia no ensino de Ciências e Biologia: promovendo a consciência ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 20, n. 6, p. 313–339, 2025. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2025.v20.20128>

LIVRAMENTO, Gisele *et al.* Unidade temática sobre mineração do carvão: uma proposta para o ensino de termoquímica com enfoque CTS. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 675–683, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210038>

MARTINEZ-BORREGUERO, Guadalupe *et al.* Analysis of the Concept of Energy in the Spanish Curriculum of Secondary Education and Baccalaureate: A Sustainable Perspective. **Sustainability**, v. 11, n. 9, p. 1-14, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11092528>

MORETTI, Andressa Algayer da Silva; ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia. Termoquímica na perspectiva CTSA para o processo de alfabetização científica de alunos do 2º ano do Ensino Médio. **Ensino & Multidisciplinaridade**, v. 5, n. 2, p. 21–35, 2019.

MORETTI, Andressa Algayer da Silva; ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia. Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 99-113, 2021.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2018. 104p.

PAGE, Matthew J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, p. 1-9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

PEREIRA, Linney Chrissie Konno Piton *et al.* Termoquímica na perspectiva CTSA para o ensino de química por meio das TIC. **RIS - Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 5, p. 328–349, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i5.11905>

PETRAGLIA, Izabel; ARONE, Mariangelica; MARTINEZ, Ana Cecília Espinosa. Didática Complexa e Transdisciplinar: da auto-hetero-ecoformação à formação docente transformadora. **Linguagens, Educação e Sociedade**, v. 29, n. 60, p. 1–25, 2025. DOI: <https://doi.org/10.26694/rles.v29i60.6614>

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo**: para uma nova cultura política. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do conhecimento e a perspectiva CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 1–19, 2002.

SILVA, Ana Tereza Reis da. Ecoformação: reflexões para uma pedagogia ambiental, a partir de Rousseau, Morin e Pineau. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 18, p. 95–104, 2008.

SILVA, Erivanildo Lopes da; SANTIAGO, Ortência da Paz; Vieira, Rui Marques. Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 2, p. 240-259, 2022.

SUANNO, João Henrique. Inovação na Educação: uma visão complexa, transdisciplinar e humanista. In: **Anais do IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**. Curitiba, PR, 2009. p. 8332-8348.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Didática e trabalho docente sob a ótica do pensamento complexo e da transdisciplinaridade**. 2015. 493 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Entre brechas e bifurcações a didática segue em movimento e em contraposição ao neoliberalismo/neotecnicismo. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 29, n. 3, p. 57-75, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18764/2178-2229v29n3.2022.46>

TOLEDO NETTO, Pedro; LOLI, Jucélia Maria. Uma proposta didática com abordagem CTS para o ensino de química em uma escola de ensino médio. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 26, n. 1, p. 14-32, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2023.v26i1.1389>

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE PRODUTOS EDUCACIONAIS

Este capítulo apresenta uma análise de produtos educacionais com o intuito de mapear as propostas didático-pedagógicas oriundas de Programa de Pós-graduação Profissional em Ensino ou Educação, cujo foco são Sequências Didáticas que podem associar-se, principalmente, à abordagem CTSA e à Didática Complexa e Transdisciplinar, dando ênfase ao ensino de Termoquímica. Planeja-se submetê-lo à Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), ISSN 1984-2686, avaliada pela CAPES com o Qualis A1, no quadriênio de 2021-2024.

2. A abordagem CTSA e suas interlocuções no ensino de Termoquímica: uma análise de produtos educacionais

The STSE Approach and Its Interconnections in Thermochemistry Education: An Analysis of Educational Resources

Resumo: O presente artigo teve como objetivo analisar produtos educacionais (PE) desenvolvidos em Programas de Pós-Graduação Profissional em Ensino e Educação que se constituem de sequência didática sobre o ensino de Termoquímica para Educação Básica, buscando identificar a articulação com o enfoque CTSA e a presença de tendências pedagógicas emergentes. A pesquisa é caracterizada como bibliográfica de cunho qualitativo sendo a busca dos PE realizada na plataforma eduCAPES, por intermédio de descritores e operadores *booleanos*, aplicando-se um recorte temporal de 2016-2025, última década. Foram encontrados dezenove PE, e destes, seis foram selecionados para compor o *corpus* de análise que foi realizada com base nos critérios da ficha de avaliação orientada pela CAPES no ano de 2019, em consonância com o método de análise de conteúdo proposto por Laurence Bardin. As evidências constatadas demonstram que as Sequências Didáticas são fornecedoras de subsídios teórico-metodológicos para a oferta de uma educação transformadora que propicia o desenvolvimento da criticidade e possibilita a tomada de decisões assertivas frente às demandas contemporâneas. Todavia, ao direcionarmos as análises para as tendências pedagógicas, os PE carecem de envolvimento interdisciplinar, articulação com a abordagem CTSA e práticas alinhadas à educação para a sustentabilidade. Diante disso, consideramos necessário fortalecer as estratégias pedagógicas dessa natureza, sobretudo ao ensinar conceitos referentes a energia, pertinentes ao ensino de Termoquímica.

Palavras-chave: Ensino de Química. Termoquímica. Educação Básica. Didática Complexa; Produtos Educacionais. Transdisciplinaridade.

Abstract: This article aimed to analyze educational products (EPs) developed in Professional Graduate Programs in Teaching and Education that consist of didactic sequences on the teaching of Thermochemistry in Basic Education, seeking to identify their articulation with the STSE approach (Science, Technology, Society, and Environment) and the presence of emerging pedagogical trends. The research is characterized as a qualitative bibliographic study, and the

search for EPs was conducted on the eduCAPES platform through descriptors and Boolean operators, applying a time frame from 2016 to 2025, corresponding to the last decade. Nineteen EPs were identified, of which six were selected to compose the corpus of analysis. The analysis was carried out based on the evaluation criteria of the CAPES assessment form established in 2019, in alignment with the content analysis method proposed by Laurence Bardin. The evidence indicates that didactic sequences provide theoretical and methodological support for the implementation of a transformative education that fosters the development of critical thinking and enables assertive decision-making in response to contemporary demands. However, when the analyses focus on pedagogical trends, the EPs show a lack of interdisciplinary engagement, limited articulation with the STSE approach, and insufficient practices aligned with education for sustainability. Therefore, it is considered necessary to strengthen pedagogical strategies of this nature, especially in the teaching of energy-related concepts relevant to Thermochemistry education.

Keywords: Chemistry Teaching. Thermochemistry. Basic Education. Complex Didactics. Educational Products. Transdisciplinarity.

2.1 Introdução

Nas últimas décadas, a necessidade de práticas pedagógicas que superem o caráter puramente informativo do ensino de Química impulsionou a construção de materiais didáticos focados em uma aprendizagem eficaz e contextualizada. Em específico sobre os princípios de Termoquímica, a natureza simbólica e abstrata dos conceitos científicos sobre energia é o principal aspecto que torna seu ensino mais complexo e, por isso, surge a necessidade de um ensino articulado às situações cotidianas.

Quando são utilizadas estratégias didáticas que favorecem a compreensão de conceitos específicos, é essencial que o professor adote uma abordagem que propicie o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo voltado para ações transformadoras da realidade. Nesse contexto, as Sequências Didáticas (SD) se configuram como importante ferramenta para a construção do conhecimento, pois envolvem a capacidade de organizar ideias favorecedoras dos processos de ensino e de aprendizagem.

Uma SD constitui um conjunto organizado e articulado de atividades planejadas com a finalidade de contribuir para uma aprendizagem progressiva, permitindo ao estudante avançar por diferentes etapas que se relacionam (Zabala, 1988). Para o autor, uma SD deve ter objetivos claros e a seleção de conteúdos deve ser intencional para favorecer a construção ativa do saber, assegurando a coerência entre as tarefas propostas e as competências a serem desenvolvidas. Nesse sentido, o professor atua como mediador que orienta, intervém e avalia continuamente o processo, ajustando os fenômenos às necessidades reais dos estudantes, pois aprender requer

ação e trabalho, além de ser um movimento que exige sistematização, problematização e reflexão constante para transformação pessoal e social.

Em vista da crescente demanda de valorização das práticas educativas que prezam pelo desenvolvimento do protagonismo e da criticidade estudantil e integram a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e Ambiente (CTSA), torna-se relevante buscar por propostas didático-pedagógica estruturadas em SD que envolvem esse contexto educacional. Esses aspectos se alinham à tendência educacional que favorece a compreensão da realidade de forma contextualizada, buscando superar a fragmentação do ensino por relacionar importantes questões sociais (Auler; Bazzo, 2001), dentre as quais salientamos a educação para a sustentabilidade frente aos impactos da ação do homem na natureza.

Além disso, tal perspectiva envolve diretamente a prática interdisciplinar e produz demandas positivas acerca do engajamento dos estudantes pautado em situações reais. Desse modo, as SD surgem como possibilidade mediadora para o ensino de Termoquímica, ressignificando o papel do professor em sala de aula, especialmente quando valorizam o saber dos educandos e priorizam a formação cidadã.

Importante destacar que a abordagem CTSA, além da compreensão dos conhecimentos científicos e da natureza das ciências, tem como enfoque as “inter-relações e que quaisquer que sejam os temas sociocientíficos que sejam estudados, há conceitos científicos fundamentais para o cidadão que poderão não ser abarcados pelos temas CTS” (Santos, 2012, p. 58).

Por outro lado, fundamentar as SD em vieses epistemológicos que favorecem o pensamento complexo e a transdisciplinaridade, bem como a formação do indivíduo em sua totalidade, é proporcionar uma *práxis* transformadora. Nesse contexto, teoria e prática se organizam dialeticamente, sobretudo quando o docente tem um olhar para o reconhecimento da incerteza, da integração entre os saberes e da realidade concreta (Morin, 2018).

De acordo com Suanno (2023, p. 257), a educação no Brasil “tem sido impactada por um conjunto de lógicas, mecanismos e aspectos que se retroalimentam”. Nesse viés, a Didática Complexa e Transdisciplinar (Suanno, 2015) propõe o rompimento da visão fragmentada do conhecimento por meio da articulação entre diferentes saberes, dimensões humanas e contextos socioculturais.

A Didática Complexa e Transdisciplinar se estrutura numa tendência pedagógica que tece argumentos sobre a necessidade da educação produzir relação entre teoria, prática e indivíduos, que problematize, reflita criticamente, que compreenda o papel social da escola e dos processos de ensino e de aprendizagem no mundo contemporâneo (Suanno, 2023). Logo, o

ensino passa a ser entendido como um processo dinamizado, dialógico e contextualizado, no qual há um comprometimento com a formação integral dos indivíduos, com a emancipação humana e com a construção de práticas pedagógicas sensíveis a complexidade existente na realidade.

Nessa premissa, o pensamento complexo (PC) baseia-se na busca por superar os limites do conhecimento fragmentado e disciplinar por meio da complementaridade e coexistência entre ensino disciplinar e ensino transdisciplinar, reconhecendo a incerteza, o diálogo, a razão, emoção e os diversos contextos para a produção do conhecimento, partindo do princípio de que a realidade é composta pela interligação de questões multidimensionais e multirreferenciais (Morin, 2018). Já transdisciplinaridade caminha de acordo com o pensamento complexo ao propor a superação das fronteiras entre os objetos do conhecimento. Para isso, é primordial viabilizar a articulação entre as diferentes esferas do saber e, além disso, a vinculação frente às dimensões do ser humano – ciência, sociedade, espírito e ética (Nicolescu, 1999). Essas duas abordagens valorizam a produção do conhecimento à luz da integração e da reflexão para promover a formação de indivíduos críticos e conscientes do seu papel no mundo.

Essa perspectiva formativa nos sugere uma posição ético-planetária que muito é discutida na ecopedagogia há, aproximadamente, 34 anos se manifesta como tendência pedagógica emergente, especialmente quando os olhares se voltam para o saber ser sustentável. De acordo com Dickmann (2022) ela começou a ser pensada por volta de 1992 e, por ser teoricamente recente, seu conceito é facilmente delimitado e nos garante condição de perceber suas potencialidades e os aspectos que a limitam. Portanto, seu principal potencial centra-se numa visão recém adquirida de como aprender e se relacionar com o planeta de modo simultâneo, entretanto, seu maior desafio refere-se às dificuldades de efetivação nas práticas escolares concretas.

Para enfrentar as problemáticas inerentes ao mundo atual, os professores em exercício e em formação devem saber muito além do conteúdo ministrado na componente curricular (Francisco, 2020). Esse conhecimento de forma isolada não cumprirá com a função real do ato de ensinar, mas apenas contribuirá com uma parte fragmentada desse ato, visto que o papel da escola atualmente não mais é centrado na mera transmissão do conhecimento. Assim, “a ligação entre o mundo, a realidade vivida pelos alunos e a escola é uma questão importante a ser refletida e inserida no desenvolvimento de nossa prática didática e no planejamento das atividades escolares” (Francisco, 2020, p. 147).

Nesse cenário, ressaltamos a importância dos mestrados profissionais em ensino e em educação como potencializador das contribuições do processo educacional por meio de suas produções acadêmicas, em especial, os produtos educacionais (PE). Isso justifica-se a partir do ato de pesquisar para resolver problemas reais do contexto educacional, sendo essa uma ação que contribui para a análise crítica da realidade social e educacional presente no local de trabalho do professor. Portanto, a atitude de investigar esse cenário promove-se por intermédio da observação que abre espaços para questionamentos, não só sobre seu contexto de trabalho, bem como acerca de suas práticas pedagógicas e estratégias didáticas adotadas para ensinar (Sousa; Zanon, 2020).

O PE representa a materialização da pesquisa realizada, no qual suas experiências, problematizações e inquietações são oriundas do meio educacional do pesquisador e, por isso, sua elaboração vincula-se ao processo de desenvolvimento da pesquisa, sendo um o resultado e/ou consequência do outro (Pinheiro; Aires, 2023).

Diante do apresentado, este artigo originou-se da seguinte inquietação concernente às práticas pedagógicas: De que maneira os produtos educacionais que envolvem sequências didáticas sobre o ensino de Termoquímica têm sido elaborados e estruturados? Há evidências que sinalizem uma abordagem pautada na interdisciplinaridade, na contextualização, em questões socioambientais e em tendências pedagógicas emergentes?”

Esses questionamentos nos conduziram para uma análise crítico-reflexiva acerca das potencialidades de PE, enquanto instrumento de inovação no processo educacional, com vistas a promover transformações em práticas docentes e pensamento dos estudantes, proferindo limites, tendências pedagógicas e possibilidades frente às produções acadêmicas deste campo. Assim, o objetivo desse artigo consiste em analisar produtos educacionais elaborados em Programas de Pós-Graduação Profissional em Ensino e Educação, estruturados como sequência didática sobre o ensino de Termoquímica para Educação Básica, buscando avaliar sua articulação com o enfoque CTSA e a presença de tendências pedagógicas emergentes.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Esse artigo é oriundo da disciplina ‘Construção e Avaliação de Produtos Educacionais - CAPE’ ministrada no Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica (PPG-EnEB) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IFGoiano), Campus

Urutaí. A pesquisa se caracteriza como bibliográfica de cunho qualitativo, sendo utilizado o portal eduCAPES para o levantamento dos PE.

Adotamos o recorte temporal referente à última década (2016-2025) e a análise dos PE foi realizada a partir da ficha de avaliação orientada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em seu relatório técnico do ano de 2019 (Brasil, 2019a), bem como na elaboração de categorias pautadas em Bardin (2016). Para análise, consideramos como tendências pedagógicas a Didática Complexa e Transdisciplinar e a ecopedagogia.

De acordo com Ferreira (2002), ao trabalhar com produções acadêmicas é possível organizar o que foi ou será encontrado com base num recorte temporal, região e áreas de produção. Para esse tipo de pesquisa também é necessário inventariar os dados a fim de presumir tendências, escolhas metodológicas e teóricas, aproximando-os e diferenciando-os conforme dimensões de análises pré-estabelecidas.

Para refinar e filtrar melhor os resultados, juntamente com operadores *Booleanos*, foram utilizados os seguintes descritores: ‘CTS’ OR ‘CTSA’ AND ‘sequência didática’ AND ‘ensino de Termoquímica’. No entanto, não foram localizadas produções estruturadas como sequências didáticas sobre o ensino de Termoquímica que se relacionassem, direta e explicitamente, com a abordagem CTSA. Dessa maneira, redefinimos os descritores para ‘sequência didática’ AND ‘ensino de termoquímica’ AND ‘ensino médio’ OR ‘educação básica’. Optamos por definir os descritores de forma ampla para evitar vieses e permitir o mapeamento de todo o universo de PE sobre o tema.

Devido à escassez de produção com o objeto de estudo desta pesquisa, a articulação dos PE com o enfoque CTSA e com as tendências pedagógicas emergentes foi verificada *a posteriori*, na etapa de exploração do material (Bardin, 2016). Para mais, definimos os critérios de inclusão e exclusão que se encontram no Quadro 5.

Quadro 5. Critérios de inclusão e exclusão dos produtos educacionais

Descrição	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Recorte temporal	Produções realizadas no período de 2016 a 2025	Produções anteriores a 2016
Acesso	Texto completo disponível e de acesso aberto	Texto completo indisponível ou acesso restrito ou pago
Estrutura	Sequências didáticas	Produções que não são sequências didáticas
Natureza	PE provenientes de mestrados e/ou doutorados profissionais em ensino e educação	Produtos educacionais provenientes de cursos de graduação ou projetos

Idioma	Português	Diferente do português
Nível de Ensino	Ensino Médio	Ensino Fundamental ou Graduação

Fonte: Autoria própria.

Após seleção e organização dos materiais, buscamos pelas dissertações ou teses vinculadas aos PE, com o objetivo de identificar a ficha de avaliação orientada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em seu relatório técnico do ano de 2019 (Brasil, 2019a). Essa ficha foi desenvolvida como uma “metodologia para avaliação dos produtos técnicos/tecnológicos, aplicável a todas as áreas de avaliação da pós-graduação” (Brasil, 2019a, p. 9) que objetiva certificar a qualidade e o rigor conceitual e metodológico de produtos técnicos e tecnológicos desenvolvidos no âmbito dos programas de pós-graduação, sobretudo aqueles de cunho profissional na área do ensino. Segundo Rizzati *et al.* (2020), os PE passaram a ter uma ficha própria para avaliação pois, no decorrer dos anos foi observado que as bancas de defesa focavam apenas no processo avaliativo das dissertações, deixando os PE às margens do processo de pesquisa.

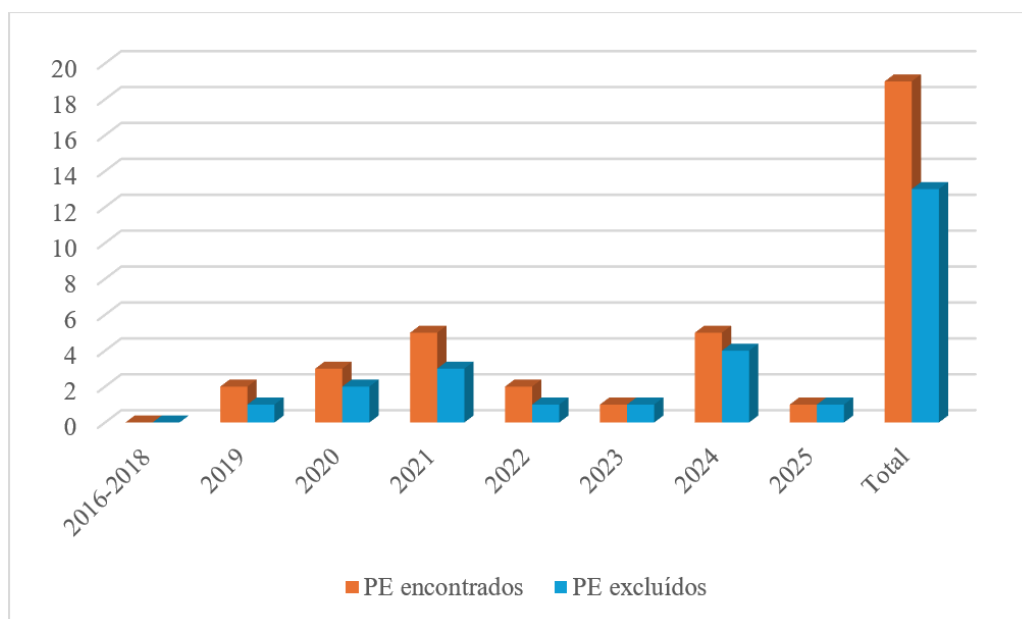
Por outro lado, para os casos de não disponibilidade da ficha de avaliação do PE, considerou-se investigar os “critérios utilizados para auxiliar as áreas na estratificação dos produtos educacionais escolhidos” (Brasil, 2019b, p. 22), sendo eles: (a) impacto; (b) aplicabilidade; (c) inovação; (d) complexidade. Somado a isso, foi crucial utilizar a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), via categorização temática, com o intuito de organizar e classificar os PE com base em semelhanças e diferenças, propiciando a identificação da articulação da abordagem CTSA, da Didática Complexa e Transdisciplinar e da ecopedagogia com o ensino de Termoquímica

As seis dimensões de análise, elaboradas *a priori* conforme pressupostos de Bardin (2016), foram: (i) tema específico voltado à Termoquímica; (ii) problematização; (iii) articulação explícita com o enfoque CTSA; (iv) pensamento complexo e transdisciplinaridade; (v) avaliação; e, (vi) contribuições, desafios e limitações.

2.3 Resultados e Discussão

Pelo mapeamento de produtos educacionais no portal eduCAPES identificamos dezenove produções a partir dos descritores de busca. Na etapa de pré-análise (Bardin, 2016), durante a leitura flutuante, treze PE foram excluídos (Figura 2).

Figura 2. Detalhamento da seleção dos produtos educacionais



Fonte: Autoria própria.

No período de 2016 a 2018 não foram encontrados PE que correspondessem ao objeto de estudo. Em 2019 e 2025, as exclusões aconteceram por se tratar de trabalho de conclusão de curso (TCC) de graduação. Os outros dez PE não fizeram parte do *corpus* de análise por não estarem em consonância à delimitação desta pesquisa. Portanto, dos dezenove PE inicialmente encontrados, seis foram selecionados para análise, conforme Quadro 6, sendo todos oriundos de mestrado profissional.

Quadro 6. Produtos educacionais selecionados para análise

Título	Curso	IES	Autoria/Ano
PE1. Proposta de sequência didática para o conteúdo de termoquímica no ensino médio	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Pereira e Teixeira Júnior (2019)
PE2. Sequência didática no ensino de termoquímica baseado em experimentos investigativos	Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Lima e Pontes (2020)
PE3. Proposta de uma sequência didática para o ensino da termoquímica no contexto da aprendizagem significativa	Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS)	Machado e Gregório (2021)
PE4. Proposta de uma sequência didática sobre termoquímica a partir das	Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Souza Júnior; Maia e Souza (2021)

percepções de professores da educação de jovens e adultos			
PE5. Aprendizagem significativa crítica de princípios termoquímicos por meio da atividade experimental problematizada	Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)	Nascimento, Kauark e Moura (2022)
PE6. Guia Didático: experimentação problematizadora no ensino de química	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Universidade Federal do Acre (UFC)	Souza e Souza (2024)

Fonte: Autoria própria.

A análise dos seis produtos educacionais dispostos no Quadro 6 está apresentada a seguir, primeiramente a partir dos parâmetros estabelecidos pela CAPES e em seguida, conforme os pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2016).

2.3.1 Análise dos PE a partir dos parâmetros estabelecidos pela CAPES

Os produtos educacionais selecionados para análise não apresentavam a ficha de avaliação elaborada pela CAPES em seu relatório técnico (Brasil, 2019a). Então, consultamos as dissertações vinculadas a esses registros e em nenhuma delas foi inserida a ficha de avaliação do PE. Assim sendo, a análise decorreu conforme os parâmetros pré-determinados pela CAPES (Brasil, 2019b), a saber: impacto, aplicabilidade, inovação e complexidade. Nossa iniciativa primeira se fundamenta na avaliação da ficha do PE, uma vez que “a banca de avaliação da dissertação seria a instância mais apropriada para fazer uma avaliação qualitativa do Produto Educacional” Freitas (2021, p. 8). Assim, ao consultá-la, já teríamos a avaliação do PE feita por, pelo menos, três outros olhares.

(a) impacto

O impacto de um PE reflete a maneira como ele foi utilizado ou aplicado e serve para compreender o motivo da criação do material, sua relevância e foco de aplicação, permitindo a avaliação de mudanças significativas conforme a área percebida (Rizzatti *et al.*, 2020). No que se refere ao impacto, os PE (1, 2, 3 e 5), de Pereira e Teixeira Júnior (2019), Lima (2020), Machado (2021) e Nascimento, Kauark e Moura (2022), respectivamente, foram denominados como protótipos/pilotos com aplicação no Sistema Educacional relacionado à prática

profissional do discente de mestrado. Esse fato demonstra coerência no que concerne ao desenvolvimento dos PE e o contexto de atuação dos pesquisadores.

Em relação aos PE4 (Souza Júnior, 2021) e PE6 (Souza; Souza, 2024), constatamos uma não aplicação direta em contexto escolar. Dessa forma, esses protótipos/pilotos não foram utilizados no sistema relacionado à prática profissional do mestrando, pois restringiram-se apenas a entrevistas e/ou aplicação de questionários direcionados aos professores. Todavia, percebemos que todos os PE têm potencial de contribuição em relação às práticas pedagógicas acerca do ensino de Termoquímica.

(b) aplicabilidade

A aplicabilidade “relaciona-se à facilidade de acesso e propriedade de aplicação do PE, para que seja acessado e utilizado de forma integral e/ou parcial em diferentes sistemas” (Rizzatti *et al.*, 2020, p. 10). Assim, o objetivo desse parâmetro é apontar a necessidade do PE ser aplicável. Importante lembrar que os PE analisados são oriundos de dissertações e, portanto, para atender aos parâmetros de Brasil (2019b), precisavam ter sido aplicados.

Sendo assim, com relação ao parâmetro ‘aplicabilidade’, os PE de Pereira e Teixeira Júnior (2019), Lima (2020), Machado (2021) e Nascimento, Kauark e Moura (2022) foram aplicados em diferentes ambientes/momentos e têm potencial de replicabilidade, face à possibilidade de acesso, bem como apresentam descrições que contribuem para a sua utilização. Já os PE de Souza Júnior (2021) e Souza e Souza (2024), foram identificados como estilo de protótipo apresentando potencial de uso no ensino de Termoquímica. Entretanto, sua não aplicação durante a pesquisa impossibilita qualquer análise de contribuição pedagógica. Nesse sentido, a aplicabilidade dos PE revela uma particularidade referente à importância de fortalecer o vínculo entre teoria e prática.

Segundo Peroza (2024), muito se tem discutido acerca da relação entre teoria e prática na educação, haja vista a primordialidade de compreender sobre a articulação entre esses dois aspectos, que pouco têm sido alinhados nas práticas docentes. Essa fragilidade decorre, em muitos casos, por situações que atravessam a formação inicial e continuada e, por isso, exprime a carência de uma rigorosa apropriação teórica que fundamente e oriente as práticas de ensino. Dessa maneira, a autora ressalta a prática como sendo ponto de partida, bem como de chegada, colocando a teoria como parte do cenário educacional. Nesse caso, Santos e Silva (2023) sinalizam que, para a aplicabilidade de um PE de modo eficaz, é importante compreender a teoria e a prática como distintas, porém complementares.

(c) inovação

A inovação vincula-se ao processo real/virtual e não é originada apenas do PE, como também da metodologia adotada, emprego de técnicas e recursos para o tornar mais acessível para ser utilizado em contextos sociais diversificados (Brasil, 2019b). De modo consoante, Rizzatti *et al.* (2020) explicitam que a inovação voltada para o ensino é alinhada às mudanças dos atores da sociedade, sejam eles professores, gestores, estudantes ou família. A falta dela pode exprimir carência de vieses da Didática Complexa e Transdisciplinar.

As produções demonstram médio teor inovador, pois inferem uma combinação de conhecimentos pré-existentes. Ainda que esses PE não incluam abordagens estritamente inéditas, notamos a presença de aspectos referentes à modernização do ensino como contextualizações e analogias inerentes à Termoquímica. Isso fica claro em Machado (2021), quando induz a aprendizagem a partir de uma reportagem sobre uma onda de calor que chegaria às regiões Sul e Sudeste no ano de 2020. Fato que remete ao esforço do autor em proporcionar metodologias mais dinâmicas e contextualizadas, mesmo que baseadas em referenciais existentes.

(d) complexidade

Referente à complexidade, existe uma propriedade que está vinculada às etapas de elaboração das SD sendo, portanto, caracterizada como uma “dimensão do PE a ser contabilizada no Qualis Educacional a partir do modelo de avaliação desenvolvido pela Área para ser emitido pela banca de dissertação” (Rizzatti *et al.*, 2020, p. 10). Assim, nessa categoria de análise, o alto nível de elaboração relacionado à aplicação em contexto real dos PE (1, 2, 3 e 5) de Pereira e Teixeira Júnior (2019), Lima (2020), Machado (2021) e Nascimento, Kauark e Moura (2022), revela que eles foram concebidos a partir da observação e/ou da prática do profissional, vinculando-se à questão investigativa da pesquisa da dissertação.

A metodologia apresentada indicou de modo claro e objetivo o formato das SD nos seis PE e, nos conteúdos específicos de todos, há uma reflexão alinhada com base nos referenciais teórico-metodológicos empregados nas dissertações. Nesse viés, observamos em Souza e Souza (2024), ao descrever a partir das ideias de Prado (2015), a diferença entre experiência e experimentação, na qual a experiência é considerada uma situação adquirida ao longo da vida do indivíduo e a experimentação, uma condição investigativa e sistemática com metodologia e condições próprias acerca de um determinado assunto ou fenômeno.

Os seis PE demonstram avanços relevantes frente à produção acadêmica alinhada à prática docente, sobretudo, no contexto dos Programas de Pós-graduação em nível de mestrado profissional em ensino. Identificamos características de acordo com a consistência metodológica e relevância pedagógica, no entanto, existem lacunas interligadas à aplicação em contextos reais e a validação dessas produções. Isso parte do que encontramos nos PE (4 e 6) de Souza Júnior (2021) e Souza e Souza (2024). Dessa maneira, é necessário encorajar os docentes/pesquisadores a testar empiricamente este tipo de proposta didática, a fim de garantir uma *práxis* eficaz, pois somente a avaliação por concepções de docentes sobre ensino pode configurar subjetividade no processo de aprendizagem.

É importante perceber que a ação pedagógica precisa ter um foco de análise em um contexto específico, no qual inúmeros aspectos se fazem presentes de modo articulado (Morelatti *et al.*, 2014). Nesse cenário, a *práxis* “deve ser orientada para a transformação tanto do aluno quanto do ambiente educativo” (Santos; Silva, 2023, p. 563). Para estes autores, quando o docente explora os potenciais que orientam a *práxis* pedagógica, ele tende a favorecer um modelo que reflete as exigências do mundo contemporâneo sendo, portanto, teoria e prática interdependentes entre si, não existindo uma sobreposição entre elas.

Quanto à *práxis*, é perceptível que a maioria dos cursos de licenciatura possuem ações conteudistas, que aponta para uma formação mais técnica, descartando visões alinhadas às abordagens políticas, filosóficas e sociais, ficando esses profissionais sem uma formação integral. Portanto, se faz viável olhá-los conforme seu início como docentes e os aspectos de sua formação continuada, sobretudo devido ao local em que atuam na esfera educacional (Marques; Fernandes, 2019).

Uma outra característica observada faz alusão ao nível de inovação desses PE. O que se nota são produções de cunho incremental, revelando a necessidade de um trabalho de aprimoramento ou atualização de estratégias pedagógicas e metodológicas pré-existentes que, de certa maneira, não abrangem materiais originais. Todavia, o aspecto mencionado não objetiva desmerecer o valor didático desses PE, mas apenas indicar uma possível visão crítico-reflexiva de amadurecimento referente à elaboração e ao enfoque desse tipo de material.

Os processos de ensino e de aprendizagem, bem como os materiais provenientes de diversas propostas didático-pedagógicas, demandam por inovação, especialmente no mundo atual tomado por completo pela globalização. Fato que “exige criatividade, imaginação, autonomia, ousadia e tolerância ao erro” (Santos; Spagnolo; Bücker, 2020). É exatamente por isso que as esferas educacionais do século XXI devem buscar meios de contribuir nesse âmbito,

promovendo uma mudança radical na ciência e na sociedade, amparando professores em suas práticas e desafios diários da sala de aula.

A visão geral dos resultados dessa análise nos permite constatar certa heterogeneidade nessas propostas de SD. Observa-se uma movimentação emergente de práticas que tendem a reforçar o papel social, educativo e formativo de docentes e dos mestrados profissionais em ensino e educação. Essas seis produções concebem um potencial transformador no contexto educacional, principalmente quando o intuito é despertar no professor um olhar crítico consoante às demandas do ensino contemporâneo.

2.3.2 Análise dos PE a partir dos pressupostos de Bardin

Ainda na etapa de exploração do material (Bardin, 2016), realizamos a leitura analítica de cada produto educacional e a categorização, elaborando seis dimensões para análise das amostras, para então prosseguirmos para a terceira e última etapa, que foi de tratamento e interpretação dos resultados. As categorias analisadas encontram-se nos tópicos posteriores e seguem conforme a ordem: (i) tema específico voltado à Termoquímica; (ii) problematização; (iii) articulação explícita com o enfoque CTSA; (iv) pensamento complexo e transdisciplinaridade; (v) avaliação; e (vi) contribuições, desafios e limitações.

(i) tema específico voltado à Termoquímica

Nessa dimensão de análise constatamos que nenhum dos PE mencionou de forma explícita o tema central da SD. Dessa maneira, foi essencial identificar a relação entre o objeto do conhecimento e os diversos contextos propostos pelos pesquisadores, sendo observadas contextualizações acerca dos seguintes temas: alimentação, energia dos alimentos, obesidade e sensação térmica ligada às situações que envolvem condições meteorológicas.

Esse fato mostra uma clara tendência ao uso de contextualizações, o que diminui aspectos referentes à abordagem de um tema específico, explicitamente. Isso demonstra que, para os pesquisadores, só a temática Termoquímica já funciona como um tema e não como um eixo articulador de situações-problema. Essa situação revela uma limitação inerente à exploração didática da interdisciplinaridade e isso tende a contrariar os pressupostos da Didática Complexa e Transdisciplinar, que exige a ligação-religação de saberes (Morin, 2018) a partir de um problema transversal e não de um conteúdo isolado.

Conduzir sequências didáticas fazendo o uso de um tema é fundamental para garantir a coerência e a intencionalidade dos processos de ensino e de aprendizagem. Ao organizar e

mediar atividades em torno disso, o professor favorece aos estudantes uma construção de conhecimento integrado, contextualizado e significativo. Esse tipo de abordagem pode exprimir a prática interdisciplinar e o desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas e sociais. Dessa maneira, a SD atua como um conjunto de atribuições que se organizam para o enriquecimento do ensino de determinado objeto do conhecimento e deve ser planejada coerentemente ao contexto educacional (Zabala, 1998). Ao trabalhar com temas orientadores nas SD, o docente pode aperfeiçoar o processo educativo, tornando-o mais dinâmico, reflexivo e centrado na construção ativa do conhecimento.

Referente à exploração didática interdisciplinar, o docente exprime a capacidade de vincular-se à interpretação de conteúdos via fatos e situações, a partir de múltiplas referências e dimensões, ampliando a compreensão do que se pretende ensinar. Essa estratégia respresenta “um desafio aos sistemas educacionais, uma resposta ao método tradicional” (Birkner; Barbosa, 2022, p. 93). Essa prática docente está coerente ao que é proposto pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), que complementa a legislação do sistema educacional brasileiro, objetivando assegurar as aprendizagens essenciais definidas nas diferentes etapas da Educação Básica.

A carência da interdisciplinaridade na prática pedagógica do professor pode significar uma visão reduzida do processo educacional, quando ele não deixa claro quais outras componentes curriculares podem ser relacionadas a determinado conteúdo. Sabe-se que não é obrigatório fazer o uso da prática interdisciplinar, no entanto, de acordo com as orientações da BNCC (Brasil, 2018), sobretudo para o Ensino Médio, é viável que as componentes curriculares que constituem as ciências da natureza – Biologia, Física e Química – conversem em praticamente todos os conteúdos trabalhados. Porém, a formação específica da área e talvez a falta de conhecimento ou interesse em explorar outras áreas, pode ser um aspecto que revela a fragmentação do ensino, ainda que este seja pautado em contextualizações e explorações diversas, já que o docente se limita, exclusivamente, a abordar os conceitos referentes à sua área de formação ou atuação.

(ii) problematização

Nessa dimensão de análise, buscamos pela definição de um problema que conduzisse a SD. Identificamos que cinco PE apresentaram perguntas norteadoras ou situações-problema com o intuito de incentivar o pensamento crítico-reflexivo e instigar a curiosidade científica dos estudantes. Sendo assim, os PE (1 e 2) de Pereira e Teixeira Júnior (2019) e Lima (2020)

tiveram destaque frente a esse aspecto, pois ofereceram diversas problematizações, explorando o dia a dia para diferenciar conceitos referentes ao calor e a temperatura.

Souza Júnior (2021), no PE 4, ao abordar obesidade e consumo industrial, aproxima-se dessa vertente crítica, demonstrando o potencial da SD para a *práxis* transformadora, enquanto o PE5 (Nascimento; Kauark; Moura, 2022) favoreceu o engajamento estudantil, via história em quadrinho (HQ), ao utilizar uma linguagem mais narrativa.

O gênero textual do tipo HQ pressupõe uma contribuição referente à formação de leitores competentes, pois o formato de sua linguagem tende a empolgar e satisfazer os estudantes (Borges; Bandeira; Jr, 2020). Os autores, ao mencionarem Fogaça (2003), apontam sua fácil interpretação para os jovens e o contato com esse material induz o rompimento de barreiras no que concerne ao ensino, à leitura e à aprendizagem.

Ressaltamos que a problematização crítica, quando fundamentada na perspectiva freiriana e na abordagem CTSA, diferencia-se da problematização motivacional por seu caráter político-pedagógico, transformacional e emancipatório. Por outro lado, a problematização cotidiana centra-se na utilização de situações do dia a dia como recurso inicial da ação didática, na intenção de despertar o interesse dos estudantes. Sendo assim, a problematização crítica procura questionar a realidade vivida, explicitando contradições sociais, tecnológicas e ambientais de modo a promover a conscientização dos estudantes (Freire, 1987).

Em relação às ciências da natureza, sobretudo a Química, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) enfatizam que a problematização crítica não se reduz a um “exemplo do dia a dia”, pois é um momento de ruptura do senso comum que orienta a construção do conhecimento científico de forma contextualizada e socialmente referenciada. Nesse mesmo cenário, Auler e Delizoicov (2001) e Santos e Schnetzler (2010) argumentam que na abordagem CTSA, a problematização assume papel intencional e formativo quando articula ciência, tecnologia e sociedade de modo crítico. Essa articulação favorece a participação ativa dos estudantes e a compreensão das implicações éticas e socioambientais do conhecimento científico, o que é diferente de abordagens que utilizam o cotidiano como estratégia motivacional inicial.

Promover o pensamento crítico-reflexivo no contexto escolar é primordial para viabilizar a formação de sujeitos autônomos, conscientes e capazes de interagir de maneira transformadora na sociedade em que eles vivem. Quando o professor atua nesse sentido, contribui com a capacidade de identificar situações e analisá-las, construindo opiniões acerca do processo. Consoante a Freire (1996), sabe-se que a educação deve ser libertadora e que o

desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo admite uma condição indispensável para uma educação verdadeiramente democrática e humanizadora. O pensamento crítico-reflexivo para Freire alinha-se como a capacidade de analisar, questionar e compreender criticamente a realidade em que se vive que visa superar a passividade diante do conhecimento e do mundo.

Já o PE6 (Souza; Souza, 2024) fez uma combinação de perguntas e imagens a fim de estimular reflexões acerca da sensação térmica, alinhada às transformações químicas. Somente o PE3 (Machado, 2021) exibiu fragilidades quanto a essa dimensão, pois não deixou explícito o problema central que nortearia a SD. Desse modo, as diferenças de abordagens nos PE revelam diferentes estilos de pensamentos por parte dos professores pesquisadores na condução do ensino de Termoquímica.

(iii) articulação explícita com o enfoque CTSA

Nessa dimensão consideramos essencial para avaliar uma SD com enfoque CTSA, a presença de práticas de educação para a sustentabilidade que se articula aos pressupostos da ecopedagogia. Nesse viés, observamos que a maioria dos PE se preocupou apenas com eixos conteudistas e científicos, fazendo pouca alusão às questões sociais e/ou ambientais e até mesmo tecnológicas. Sobretudo, é necessário enfatizar que a Termoquímica (estudo da energia) está intrinsecamente ligada às questões ambientais (matriz energética, combustíveis fósseis, aquecimento global), e a falha em integrar – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – nos PEs (1, 3, 5 e 6) representa uma incoerência temática e didática.

O PE2 (Lima, 2020) foi o único a apresentar maior articulação dessa abordagem, sobretudo quando propõe reflexões críticas acerca dos impactos ambientais causados pelas queimadas na Amazônia, associando esse fato às transformações químicas e energéticas desta ação. No entanto, ao não propor soluções e/ou práticas sustentáveis que visem uma relação ética com o planeta, notamos apenas a tentativa de contextualização por parte do docente, ao trazer um tema emergente e atual para a sua SD. O PE4 de Souza Júnior (2021) também trouxe essa questão, porém de maneira mais implícita, quando orienta o professor a propor discussões sociais referentes à alimentação, à obesidade e ao consumo de produtos oriundos de indústrias, fazendo o contexto da SD se aproximar de temas vinculado à saúde pública, mas sem evidenciar questões relacionadas à sustentabilidade ou práticas similares, distanciando assim dos princípios da ecopedagogia.

A abordagem CTSA é de suma importância no contexto da educação escolar uma vez que sua articulação pode favorecer e ampliar a compreensão crítico-reflexiva entre essas quatro

esferas do mundo moderno. Sobretudo, esse enfoque torna o processo mais contextualizado e atua frente à interdisciplinaridade, na tentativa de romper com uma visão fragmentada e tecnicista das componentes curriculares específicas, ampliando as possibilidades de uma educação voltada à formação crítica e à sustentabilidade (Auler; Bazzo, 2001).

Os PEs (1, 3, 5 e 6) de Pereira e Teixeira Júnior (2019), Machado (2021), Nascimento, Kauark e Moura (2022) e Souza e Souza (2024), centram-se em procedimentos metodológicos predominantemente tradicionais, entropostos na explicação e exemplificação de fenômenos químicos associados à energia. Assim, demonstram baixa conexão com as perspectivas tecnológicas, sociais e ambientais, aspectos que apontam diretamente para lacunas referentes à prática do método interdisciplinar, proposto e orientado pela BNCC no ensino de ciências da natureza (Brasil, 2018), mesmo prevalecendo, explicitamente, apontamentos contextuais nessas SD.

(iv) pensamento complexo e transdisciplinaridade

Buscamos nessa dimensão identificar, em que medida os PE caminham em prol do rompimento da visão disciplinar e abarcam aspectos que envolvem uma prática pedagógica centrada em transformar pensamentos de acordo com os princípios do pensamento complexo (Morin, 2018) e da prática transdisciplinar (Nicolescu, 1999), a Didática Complexa e Transdisciplinar. Assim sendo, para facilitar a análise quanto ao título dos PE, bem como dos objetivos de suas respectivas dissertações, foram compreendidos três níveis de associação: baixo, médio e alto.

Em relação ao PE1, de Pereira e Teixeira Júnior (2019), seu título embora induza à questão da promoção do pensamento reflexivo por parte do docente, demonstrou média relação com a Didática Complexa e Transdisciplinar. A relação de interdependência entre as diferentes áreas do conhecimento não está explícita, bem como a integração de dimensões sociais, ainda que em suas narrativas os pesquisadores mencionem o foco em promover o engajamento dos estudantes e desenvolver aulas mais contextualizadas.

Um exemplo a ser mencionado refere-se ao primeiro momento da SD, no qual o PE orienta que o professor inicie a aula apresentando aos estudantes blocos de madeira e de metal, com o objetivo de promover uma discussão em torno dos termos ‘quente e frio’. Nessa atividade, eles são convidados a identificar, por meio do tato, as diferentes sensações decorrentes da troca de energia na forma de calor. Ademais, o PE destaca a importância de o

docente “fomentar a discussão em torno dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o que eles sabem sobre calor e temperatura” (Pereira e Teixeira Júnior, 2019, p. 91).

Ao considerar tais orientações, observa-se um esforço em articular o conteúdo científico ao cotidiano dos estudantes, mobilizando percepções sensoriais que poderiam envolver os conceitos da Física e até mesmo da Biologia, não somente os da Química. Nessa situação, em específico, o docente poderia considerar o funcionamento dos sentidos, relacionados ao conteúdo de Biologia, podendo até mesmo vincular à Psicologia, ao ser considerado as experiências subjetivas dos estudantes.

Tal prática evidencia a relação de interdependência entre diferentes áreas do conhecimento que é uma característica permanente da Didática Complexa e Transdisciplinar. Ao promover a integração de saberes científicos, experiências sensíveis e contextos socioculturais, a Didática Complexa e Transdisciplinar visa superar a fragmentação disciplinar e favorecer uma compreensão mais ampla e contextualizada de fenômenos do dia a dia.

Já o PE2 (Lima, 2020) ao propor uma SD baseada na investigação, participação e contextualização, colocou em evidência uma alta relação com a Didática Complexa e Transdisciplinar, enfatizando a questão da experimentação investigativa a partir do trabalho em equipe, sobretudo ao sinalizar a intencionalidade de que o trabalho “possa ajudar ao educando a entender melhor o mundo a sua volta, exercendo de forma mais consciente o papel de cidadão na sociedade” (Lima, 2020, p. 2).

O PE3, de Machado (2021), demonstrou valorização do conhecimento prévio dos estudantes por meio da intenção em construir sentido à aprendizagem. Mesmo que a SD indique a predominância do viés disciplinar, nota-se um esforço por parte do pesquisador em fazer associações da realidade com vistas a promover uma reflexão crítica contextual. Ainda que a relação seja diagnosticada como média-alta, reafirmamos a condução da Didática Complexa e Transdisciplinar de forma implícita nas estratégias adotadas nesta SD. É possível identificar isso quando o pesquisador menciona que, para a produção da SD foram utilizadas diversas estratégias de ensino a partir do uso de organizadores prévios, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, dentre outras.

Por outro lado, o PE4 (Souza Júnior, 2021) indica uma atitude que tenta aproximar a realidade dos estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) aos saberes científicos da disciplina de Química. Há evidência de uma relação média com a Didática Complexa e Transdisciplinar devido à falta evidência de uma articulação mais profunda entre os diversos campos do conhecimento, ainda que disponha do destaque em relação à contextualização social

e educacional. Esse fato é observado quando o autor expressa que a SD foi produzida após a realização de entrevistas com professores da área para ser utilizada como material complementar.

Já o PE5, de Nascimento, Kauark e Moura (2022), tem uma forte conexão aos princípios da Didática Complexa e Transdisciplinar ao apresentar certo vínculo entre a teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 1963) e a experimentação problematizadora, favorecendo os valores e as experiências humanas. É possível perceber esse aspecto quando os autores discutem que o planejamento da atividade experimental se concretizou “a partir da formulação de um problema contextualizado seguido de um determinado objetivo experimental com diretrizes metodológicas” (Nascimento; Kauark; Moura, 2022, p. 15), sendo possível solucioná-lo.

Por fim, consideramos que o PE6 (Souza; Souza, 2024) detém uma alta relação com a Didática Complexa e Transdisciplinar devido ao uso de atividades problematizadoras focadas em compreender os contributos e limites da experimentação no ensino de Química. Foi utilizado para tanto uma abordagem reflexiva, investigativa e centrada na realidade de cada contexto social e escolar vivido pelos estudantes. Identificamos esse aspecto quando foi mencionado que as atividades experimentais apresentadas na SD estão enraizadas nos pressupostos da experimentação problematizadora e apoiadas nos três momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti 1991).

Embora todos os PE apresentem contribuições frente à relação do pensamento complexo e da transdisciplinaridade, ao tentarem promover a ligação entre os saberes, há lacunas a serem superadas. A ausência de práticas interdisciplinares mais concisas e a carência de aprofundamento acerca do ensino de Termoquímica frente às dimensões políticas, ambientais, sociais, éticas e culturais, são indicativos dessas fragilidades.

Todavia, há situações que demonstram a utilização dos fundamentos dessas tendências pedagógicas emergentes (Morin, 2002; Fazenda, 2011a). Portanto, a lacuna existente é percebida quando os conceitos de Termoquímica, que englobam o tema central de energia e dos impactos climáticos, são abordados sem interligação eficaz entre dimensões éticas, ambientais e políticas que a Didática Complexa e Transdisciplinar e a ecopedagogia oferecem. Esses preceitos do pensamento complexo e da transdisciplinaridade não foram plenamente atendidos pelas SD analisadas.

(v) avaliação

Nessa dimensão analisamos os instrumentos avaliativos utilizados para verificação da aprendizagem, sendo identificado uma variação desses instrumentos. O PE1 de Pereira e Teixeira Júnior (2019) baseou-se no comportamento dos estudantes e em atividades somativas. Já o PE2 (Lima, 2020) não apontou nenhum tipo de aspecto avaliativo, mencionando apenas a aplicação de atividades pedagógicas, mas sem detalhá-las. Diante disso, se o objetivo da SD é a formação crítica e a transformação da realidade, a avaliação não pode ser puramente somativa/classificatória (Luckesi, 2011).

Machado (2021), no PE3, organizou estratégias somativas alinhadas às formativas, ao utilizar mapas conceituais e formulários digitais com questões voltadas para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares. No PE4, Souza Júnior (2021) a avaliação se deu com a produção de relatórios e atividades para serem respondidas, apresentando uma proposta no formato tradicional.

Por outro lado, o PE5 de Nascimento, Kauark e Moura (2022), utilizou a avaliação baseada na aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel (1963) em concordância com a avaliação somativa, via relatórios. Ademais, no PE6, Souza e Souza (2024) preconizaram também e somente, os conceitos da aprendizagem significativa por intermédio de HQ para fins avaliativos.

Esses PE podem indicar uma preocupação com o processo e estrutura cognitiva (aprendizagem significativa), pois avaliam o teor crítico quando há uma promoção de discussões coletivas a partir de questões-problema. Desse modo, o docente precisa analisar argumentos proferidos pelos estudantes, verificando se estes são capazes de diferenciar conceitos científicos do conhecimento pré-existente, principalmente a partir da leitura de textos de fácil compreensão. Assim, é necessário instigar o pensamento reflexivo para promover a tomada de decisão ética e/ou proposição de soluções sociais, que são os objetivos centrais da abordagem CTSA e da Didática Complexa e Transdisciplinar.

Articular Didática Complexa e Transdisciplinar e Ciência, Tecnologia, Sociedade e ambiente se faz pertinente no contexto do ensino de Ciências, especialmente em Termoquímica, pois ambas compartilham a compreensão da realidade como um sistema dinâmico, interconectado e não linear. Enquanto a abordagem CTSA sugere uma análise crítica das relações entre o desenvolvimento científico-tecnológico, os impactos sociais e as implicações ambientais, a Didática Complexa e Transdisciplinar auxilia com fundamentos epistemológicos e metodológicos que superam o ensino fragmentado. Nesse viés, quando a prática pedagógica

se orienta por esses referenciais, nota-se um favorecimento da contextualização dos conteúdos científicos, da formação de sujeitos críticos, reflexivos, comprometidos com a sustentabilidade, que reconhecem, mesmo que moderadamente, a interdependência entre ciência, sociedade e natureza.

A presença da intencionalidade da aprendizagem significativa nas SD destaca a importância da relação entre conhecimentos pré-existentes e os posteriormente adquiridos, de modo que o aprendizado seja mais profundo e perpassa por toda a vida do indivíduo, atribuindo sentidos aos conceitos científicos. Para Moreira (2011), a memorização não pode ser considerada para esse tipo de aprendizagem, mas sim o processo ativo de construção do conhecimento mediado pelo professor, ao colocar o estudante como protagonista de sua aprendizagem. Isso implica o planejamento de situações didáticas que fazem o uso da articulação entre teoria e prática.

De maneira geral, as avaliações propostas nos produtos educacionais buscam, de certa forma, valorizar a aprendizagem dos estudantes, mesmo que não esteja claro os padrões definidos para este fim. Em suma, ao voltar nossos olhares para possíveis contribuições, desafios e limitações acerca dos PE investigados, há relatos positivos frente aos resultados da aplicação das propostas de SD, especialmente no que concerne ao entendimento dos principais conceitos da Termoquímica.

De acordo com Luckesi (2011) avaliar a aprendizagem é de extrema importância no processo de ensino, à medida que orienta e contribui com o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Essa atitude configura um instrumento de diagnóstico e acompanhamento, possibilitando ao docente a identificação de lacunas em sua prática pedagógica e tomadas de atitude frente a isso. Assim, o método de avaliar não prescreve um ato punitivo ou classificatório, mas sim de formação contínua dos agentes envolvidos no processo, assumindo o professor, o papel mediador em prol de uma educação emancipadora.

Sob outro ângulo, Pereira e Teixeira Júnior (2019), no PE1, evidenciaram um alto engajamento dos estudantes no manuseio de materiais e promoção de discussões guiadas, diferentemente do PE2 (Lima, 2020), que apontou o papel da experimentação investigativa para aquisição do saber científico. Ademais, Souza Júnior (2021), no PE4, menciona a potencialidade para minimizar a evasão escolar, caracterizado por uma visão salvacionista penetrada no cerne da SD. Dito isso, grande parte dos autores dos PE investigados preocuparam-se em salientar contribuições referentes à prática docente, excluindo aspectos limitantes e obstáculos encontrados ou previstos.

(vi) contribuições, desafios e limitações

Nessa dimensão buscamos caracterizar os resultados e percepções acerca das SD analisadas. Observamos que os PE (1, 2, 3 e 5) de Pereira e Teixeira Júnior (2019), Lima (2020), Machado (2021) e Nascimento, Kauark e Moura (2022) apresentaram maior rigor metodológico e teórico, exibindo clareza nas etapas que constituem a SD, o que se revela consoante aos aspectos de elaboração e aplicação. Em outra via, os PE (4 e 6) de Souza Júnior (2021) e Souza e Souza (2024), ao não aplicarem a SD, evidenciaram menor complexidade prática, entretanto, há coerência na metodologia sugerida.

A preocupação dos autores em salientar apenas as contribuições configura uma visão otimista que pode ser caracterizada como salvacionista (como no PE4) e representa uma limitação metodológica. O rigor da pesquisa aplicada (Mestrado Profissional) exige a explicitação de limitações (infraestrutura, formação do docente, adaptabilidade do PE etc) para que a proposta didática seja replicável e validada, contribuindo efetivamente tanto com a aprendizagem dos estudantes, quanto para a formação contínua dos professores.

É possível destacar em todos os PE a presença de uma organização com maior rigor, seguida de avaliações diversificadas, mesmo que nem sempre sistematizadas ou explícitas. Em síntese, todos os materiais didáticos refletem uma contribuição para o ensino de Termoquímica, mesmo demonstrando a necessidade de articulação efetiva com a interdisciplinaridade e da aplicação dos princípios da Didática Complexa e Transdisciplinar.

Embora esses PE indiquem produções relevantes de potencial formativo significativo, é necessário explicitar atributos que podem limitar essas práticas pedagógicas, bem como os desafios a serem enfrentados. Nesse cenário, deve-se ter o cuidado em orientar os estudantes para manusear reagentes e produtos químicos, evitando acidentes, bem como mencionar a adaptabilidade do PE frente aos diferentes contextos educacionais. Isso contribuirá eficazmente no aperfeiçoamento contínuo não só das práticas, como também das pesquisas que adotarem esse enfoque metodológico.

2.4 Considerações Finais

Os resultados da análise evidenciaram que as SD sobre Termoquímica, originadas a partir de Programas de Pós-Graduação Profissionais em Ensino e Educação, configuram

propostas didático-metodológicos que contribuem para uma educação científica inovadora, alinhada às demandas do mundo atual.

Essas SD demonstram o favorecimento da aprendizagem contextualizada, mesmo apresentado lacunas e desafios quanto à adesão de instrumentos referentes à interdisciplinaridade, ao enfoque CTSA e práticas alinhadas à educação para a sustentabilidade. Ainda que a contextualização presente nas propostas seja pautada na promoção de uma educação transformadora, que induz os estudantes a pensarem criticamente e a refletirem seu papel no mundo, há fragilidades que precisam ser superadas.

Ainda é necessário avanços consideráveis na educação em ciências, aqui, especificamente sinalizamos o ensino de Química, que promovam a articulação entre teoria e prática, em especial na aplicação dos produtos educacionais em contextos reais. A adoção do viés interdisciplinar e transdisciplinar favorece o despertar do pensamento complexo diante de questões energéticas, pertinentes ao ensino de Termoquímica, e sinaliza o envolvimento de um ensino pautado na sustentabilidade e que busca promover a transformação do pensamento humano em prol de um bem comum.

A partir disso, apontamos que as sequências didáticas analisadas contribuem na ampliação do repertório metodológico dos docentes, no tocante ao ensino de Termoquímica. Por isso é necessário fortalecer cada vez mais esse tipo de estratégia didática, baseando-se em pressupostos que diversificam as práticas docentes e que propiciem mudanças efetivas na compreensão e nas ações dos estudantes.

Esse aspecto representa um avanço significativo no campo da educação em Química, principalmente quando vinculado ao ramo que aborda os conceitos energéticos. Assim, as SD que constituem os PE investigados, apresentam-se como fornecedoras de subsídios teórico-metodológicos para a oferta de uma educação transformadora que favorece o desenvolvimento da criticidade e a tomada de decisões assertivas frente às demandas contemporâneas.

É importante ressaltar que, embora os PE demonstrem inovação didático-pedagógica e problematização cotidiana, o principal desafio é a transposição do foco disciplinar (Termoquímica) para o foco complexo e ético-social (DCT/CTSA). Além disso, as propostas são potencialmente transformadoras, mas raramente se baseiam nos fundamentos epistemológicos do pensamento complexo, da transdisciplinaridade e da ecopedagogia. Isso pode se justificar pelo fato de a Didática Complexa e Transdisciplinar não ser conhecida por tais pesquisadores, logo, ressaltamos a importância da profusão dos resultados desta investigação.

Este artigo preenche a lacuna teórica identificada, ao usar a Didática Complexa e Transdisciplinar como um modo de análise ainda não utilizado por outrem. Dessarte, a estrutura de análise utilizada pode servir como orientação para a elaboração e avaliação rigorosa de futuros PE voltados às ciências da natureza, no contexto de Mestrados Profissionais, garantindo que a *práxis* pedagógica transcenda a contextualização superficial e abrace as dimensões éticas e ambientais.

Referências

- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, p. 1–13, 2001.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. 280p.
- BIRKNER, Walter Marcos Knaesel; BARBOSA, Ana Clarisse Alencar. BNCC, desenvolvimento e interdisciplinaridade. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 2, p. 231–256, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2022v10n2p231-256>
- BORGES, Ronaldo Silva; BANDEIRA, Carla Carolina; LUZ JR., Geraldo Eduardo. Interface entre as histórias em quadrinhos e o ensino de química: uma fonte de informação e incentivo à leitura. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-22, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v5n1.10022>
- BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC: Ensino Médio**. Brasília: MEC/CNE/SEB, 2018, 154p.
- BRASIL. Ministério da Educação, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Produção Técnica: grupo de trabalho 2019**. Brasília: MEC/CAPES, 2019b. 81p.
- BRASIL. Ministério da Educação, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Relatório de Avaliação Quadrienal 2019 – Programas Profissionais**. Brasília: MEC/CAPES, 2019a.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018. 288p.
- DICKMANN, Ivo. 30 anos da ecopedagogia: breve ensaio sobre origem e reinvenção. **RevistAleph**, Niterói, v. 3, n. 39, p. 14–25, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.22409/revistaleph.vi39.55892>
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na educação: fundamentos para uma nova didática**. Campinas: Papirus, 2011a.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, p. 257–272, 2002.

FRANCISCO, Edmilson. O impacto do mestrado profissional em educação na formação de um docente da educação básica. **Devir Educação**, ed. especial, p. 140–154, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30905/ded.v0i0.229>.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Rony. Produtos Educacionais na área de ensino da Capes: o que há além da forma? **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 5, n. 2, p. 5-20, 2021. <https://doi.org/10.36524/profept.v5i2.1229>

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, Francisca Reginaria Gomes. **Sequência didática no ensino de Termoquímica: experimentos investigativos desenvolvidos em grupo**. 2020. 47p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal, RN, 2020.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, Dioni de Mello. **Proposta de uma sequência didática para o ensino da Termoquímica no contexto da aprendizagem significativa**. 2021. 24p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS. Porto Alegre, RS, 2021.

MARQUES, Débora Mota; FERNANDES, Maria Aparecida de Lima Braga. A práxis em duas experiências distintas em educação e a importância da pedagogia histórico-crítica. **Revista Labor**, v. 2, n. 21, p. 34–47, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29148/labor.v2i21.41128>

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2011.

MORELATTI, Maria Raquel Miotto *et al.* Sequências didáticas descritas por professores de matemática e de ciências naturais da rede pública: possíveis padrões e implicações na formação pedagógica de professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 639-652, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300008>

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2018. 104p.

NASCIMENTO, Marcelo do; KAUARK, Fabiana da Silva; MOURA, Paulo Rogério Garcez de. **Aprendizagem significativa crítica de princípios termoquímicos por meio da atividade experimental problematizada**. 2022. 43p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Instituto Federal do Espírito Santo, IFES. Vila Velha, ES, 2022.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 1999.

PEREIRA, Fabiano Guimarães; TEIXEIRA JÚNIOR, José Gonçalves. **Proposta de sequência didática para o conteúdo de Termoquímica no Ensino Médio**. 2019. 31p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Uberlândia, MG, 2019.

PEROZA, Marilúcia Antônia de Resende. A relação teoria e prática: pressupostos da práxis para a formação continuada de professores da Educação Infantil. **Práxis Educativa**, v. 19, p. 1-19, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.19.23791.103>

PINHEIRO, Fabiana Fatima do Prado Sedelak; AIRES, João Paulo. Orientações para elaboração de produtos educacionais no mestrado profissional em ensino: exemplificando os tipos de produtos. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 8, p. 12151–12168, 2023. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.8-184>

PRADO, Letícia do. **Pressupostos epistemológicos e a experimentação no ensino de Química: o caso de Lavoisier**. 2015. 232p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista, UNESP. Bauru, SP, 2015.

RIZZATTI, Ivanise Maria *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 1–17, 2020.

SANTOS, Bettina Steren dos; SPAGNOLO, Carla; BÜCKER, Caroline. Metodologias criativas no processo de ensino e de aprendizagem na educação básica. **Revista Teias**, v. 21, n. 63, p. 410-424, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/teias.2020.50873>

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos; SILVA, Renan Antônio da. Integração da teoria e prática na educação contemporânea: explorando as potencialidades da práxis pedagógica através da teoria da atividade. **Convergências: Estudos em Humanidades Digitais**, v. 1, n. 3, p. 561–573, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59616/cehd.v1i03.303>

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n.17, p. 49-62, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SOUSA, Maria do Carmo; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Formação de professores no contexto do mestrado profissional em Educação da UFSCar. **Devir Educação**, v. 4, n. 2, p. 104-125, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30905/ded.v4i2.267>

SOUZA JÚNIOR, João Martins de. **Proposta de uma sequência didática sobre Termoquímica a partir das percepções de professores da Educação de Jovens e Adultos (EJA)**. 2021. 80p. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa, MG, 2021.

SOUZA, Edna Facundo de; SOUZA, Gahelyka Agha Pantano. **Experimentação problematizadora no ensino de Termoquímica**. 2024. 49p. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Acre, UFAC. Rio Branco, AC, 2024.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Didática e trabalho docente sob a ótica do pensamento complexo e da transdisciplinaridade**. 2015. 493 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Didática Complexa e Transdisciplinar. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PIMENTA, Selma Garrido; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs.). **Didática crítica no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2023. p. 252-278.

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

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Nesse capítulo apresentamos as concepções de autores do campo educacional e os princípios metodológicos que fundamentaram a pesquisa. Temos o intento de publicá-lo no periódico Ciência & Educação, ISSN 1980-850X, classificado com Qualis A1 no quadriênio de 2021-2024.

3. Por uma educação transformadora: interfaces entre tendências pedagógicas emergentes e a abordagem CTSA no ensino de Termoquímica

Toward Transformative Education: Examining the Interfaces Between Emerging Pedagogical Trends and the STSE Approach in Thermochemistry Education

Resumo: Este artigo envolve um ensaio cujo objetivo é discutir as interfaces da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica em busca de uma educação transformadora que se vincula a tendências pedagógicas emergentes. Sua tessitura parte dos pressupostos teóricos da abordagem CTSA pautados em Wildson Santos e Eduardo Mortimer com vistas a dialogar com o pensamento complexo proposto por Edgar Morin, a transdisciplinaridade muito discutida por Hilton Japiassu e Basarab Nicolescu, a interdisciplinaridade por Olga Pombo e Gaudêncio Frigotto, a auto-hetero-ecoformação por Gaston Pineau e a ecopedagogia fundamentada em Paulo Freire e Moacir Gadotti. Inicialmente, propõe-se uma diferenciação entre o movimento CTS e a abordagem CTSA. Em seguida, discute-se o enfoque CTSA alinhado à Didática Complexa e Transdisciplinar proposta por Marilza Suanno, em busca de uma inter-relação. Além disso, questiona-se o fato de que a ciência e a tecnologia não podem ser compreendidas como neutras e que, em parte da literatura, a sigla CTS tem sido utilizada de forma reducionista, limitando-se aos aspectos científico-tecnológicos em detrimento das dimensões sociais e ambientais. A partir disso, menciona-se o papel da abordagem CTSA na promoção da alfabetização científica crítica e na formação cidadã, defendendo que tal articulação possibilita um caminho promissor para a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir de modo crítico nas questões socioambientais contemporâneas. Dessa maneira, conclui-se que a articulação entre CTSA e Didática Complexa e Transdisciplinar oferece bases teórico-epistemológicas consistentes no que concerne ao ensino de ciências, como forma de repensar a organização e estruturação das estratégias de ensino para promover transformação nos moldes atuais da educação, reverberando em mudanças nos indivíduos e na sociedade como um todo.

Palavras-chave: CTSA. Didática Complexa e Transdisciplinar. Pensamento Complexo. Transdisciplinaridade. Termoquímica.

Abstract: This article presents an essay whose objective is to discuss the interfaces of the STSE approach in the teaching of Thermochemistry, aiming at a transformative education aligned with emerging pedagogical trends. Its framework is grounded in the theoretical assumptions of the STSE approach as developed by Wildson Santos and Eduardo Mortimer, in dialogue with complex thinking proposed by Edgar Morin; transdisciplinarity, widely discussed by Hilton Japiassu and Basarab Nicolescu; interdisciplinarity, as addressed by Olga Pombo and Gaudêncio Frigotto; auto-hetero-ecoformation, proposed by Gaston Pineau; and ecopedagogy,

grounded in the works of Paulo Freire and Moacir Gadotti. Initially, a distinction is made between the STS movement and the STSE approach. Subsequently, the STSE perspective is discussed in alignment with Complex Transdisciplinary Didactics proposed by Marilza Suanno, seeking to establish interrelations among these frameworks. Furthermore, the paper problematizes the notion that science and technology cannot be understood as neutral, highlighting that, in part of the literature, the STS acronym has been used in a reductionist manner, focusing primarily on scientific and technological aspects to the detriment of social and environmental dimensions. From this discussion, the role of the STSE approach in promoting critical scientific literacy and citizenship education is emphasized, arguing that such articulation represents a promising pathway for the formation of subjects capable of critically understanding and intervening in contemporary socio-environmental issues. In this way, it is concluded that the articulation between the STSE approach and Complex Transdisciplinary Didactics provides consistent theoretical and epistemological foundations for science education, serving as a means to rethink the organization and structuring of teaching strategies in order to promote transformation within current educational paradigms, thereby fostering changes in individuals and in society as a whole.

Keywords: STSE. Complex Transdisciplinary Didactics. Complex Thinking. Transdisciplinarity. Thermochemistry.

3.1 Introdução

A necessidade de uma educação que transforma a sociedade positivamente e que seja comprometida com práticas sustentáveis, justiça social e responsabilidade ética diante do ambiente tem ganhado espaço nas últimas décadas. As múltiplas crises ambientais desafiam as pessoas a adotarem um estilo de vida pautado em decisões complexas que afetam diretamente o contexto em que vivem. A abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e Ambiente (CTSA) vem sendo muito discutida no campo educacional e se mostra um caminho para repensar o ensino das ciências da natureza, especialmente a Química (Santos; Mortimer, 2000, 2001, 2002; Santos, 2012).

No ensino de Química, o enfoque CTSA é relevante quando problematizamos, de maneira holística, os objetos do conhecimento que são organizados de modo fragmentado. Diante disso, esse artigo propõe discussões e reflexões sobre como se dá o ensino dos aspectos energéticos, diretamente relacionado à Termoquímica, partindo de uma visão humanística e interdisciplinar sob uma perspectiva ética e socialmente comprometida com o ambiente.

A fim de sustentar esta proposta, apresentamos o diálogo entre a abordagem CTSA e o pensamento complexo (Morin, 2002), que se orienta rumo à ruptura do conhecimento fragmentado e propõe a articulação de saberes diversos para a compreensão de fenômenos. Enquanto área que compreende as transformações energéticas, a Termoquímica oferece um campo fértil para tais articulações, sobretudo quando se propõe o ensino em um viés

interdisciplinar, envolvendo componentes curriculares que atuam em conjunto, quiçá a transdisciplinaridade, que ultrapassa as fronteiras disciplinares sob uma dimensão cultural, econômica, política, artística etc.

Conforme Suanno (2022, 2023), a educação brasileira tem sido atravessada por um conjunto de lógicas, mecanismos e aspectos interdependentes que se retroalimentam, o que torna imprescindível a articulação entre teoria, prática e sujeitos. Esse vínculo possibilita problematizar a realidade educacional, promover a reflexão crítica e compreender o papel social da escola e dos processos de ensino e aprendizagem no contexto contemporâneo, numa perspectiva orientada pela Didática Complexa e Transdisciplinar. Nessa tendência pedagógica, rompe-se com a visão fragmentada do conhecimento ao propor a integração entre diferentes saberes, dimensões humanas e contextos socioculturais.

Para Suanno (2022, 2023), quando a educação é inspirada pela epistemologia da complexidade, ela se nutre pela transformação do pensamento e pela proposta de humanização diante das crises planetárias, ecológicas, políticas e sociais, numa perspectiva orientada pela Didática Complexa e Transdisciplinar. Essa tendência pedagógica problematiza a realidade educacional diante do pensamento crítico-reflexivo, compreendendo o papel social da escola e dos processos de ensino e aprendizagem no contexto atual. A autora menciona que a intenção é “contextualizar, religar e integrar para construir conhecimento, sentido e produzir metamorfoses individuais, sociais e culturais, desencadeando, assim, reforma no estilo de vida contemporâneo” (Suanno, 2023, p. 264).

Nesse sentido, pensar o ensino de Termoquímica a partir da complexidade significa abrir espaço para o entendimento global das relações entre energia, matéria e sustentabilidade. As discussões sobre transdisciplinaridade (Japiassu, 1976; Nicolescu, 1999) reforçam a necessidade de ultrapassar fronteiras rígidas entre os campos do saber, promovendo o reconhecimento da pluralidade epistemológica na educação e a construção compartilhada do conhecimento, considerando o todo e não somente as partes isoladas.

Sobre a interdisciplinaridade, Pombo (2008) e Frigotto (2008) destacam sua relevância na superação da visão reducionista do conhecimento escolar. Os autores enfatizam que a articulação entre componentes curriculares deve favorecer a compreensão integrada dos fenômenos estudados, considerando um contexto específico. Vinculado a isso, a ecopedagogia, defendida por Freire (1996) e Gadotti (2003), surge na tentativa de formar sujeitos ecológicos e comprometidos com a preservação da vida e com a justiça social a partir de uma relação consciente, ética e responsável com o ambiente.

Nesse processo, a teoria tripolar de auto-hetero-ecoformação, proposta por Pineau (2010), complementa o quadro teórico ao enfatizar a indissociabilidade entre formação de si (autoformação), que se refere ao movimento reflexivo pelo qual o sujeito constrói sua própria aprendizagem a partir da experiência; da autonomia e da consciência crítica sobre si e sobre o mundo, da relação com o outro (heteroformação), que ocorre nas interações sociais, nos processos de diálogo, cooperação e mediação pedagógica que se estabelecem entre sujeitos no contexto educativo; e o vínculo com o ambiente (ecoformação), que diz respeito às aprendizagens que emergem da relação do indivíduo com o meio em que vive, envolvendo dimensões ambientais, culturais e sociais que influenciam e são influenciadas pelas ações humanas.

Em consonância, o ensino de Termoquímica pode viabilizar espaços privilegiados para o desenvolvimento da aprendizagem pautada na integração do indivíduo, da sociedade e da natureza, em um só contexto. Diante disso, esse artigo envolve um ensaio que prescreve uma abordagem qualitativa, elaborado a partir da análise crítica de produções textuais que sustentam a articulação da abordagem CTSA e de a tendências pedagógicas emergentes no ensino de Termoquímica para Educação Básica.

Essa escolha justifica-se pelo fato de que, apesar de sua relevância, o ensino de Termoquímica é historicamente marcado pela abstração e matematização excessiva, falhando em conectar os conceitos energéticos aos desafios globais. Este ensaio argumenta que o diálogo entre CTSA e o Pensamento Complexo é o caminho para resgatar a dimensão ético-social do tema.

Dessa maneira, o problema orientador fundamenta-se em como a abordagem CTSA pode ser articulada ao ensino de Termoquímica à luz de uma didática complexa e transdisciplinar e de outras tendências pedagógicas emergentes? Ao propor essa indagação, o presente estudo tem como objetivo discutir as interfaces da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica para Educação Básica, em busca de uma educação transformadora que se vincula à didática complexa e transdisciplinar, à auto-hetero-ecoformação e à ecopedagogia.

Para tanto, as discussões e reflexões estão organizadas em três seções, sendo a primeira relacionada aos fatos históricos que diferenciam o movimento CTS e a abordagem CTSA; a segunda, propõe a inter-relação entre o pensamento complexo, os aspectos transdisciplinares ligados aos processos de auto-hetero-ecoformação e da ecopedagogia e o enfoque CTSA; e, a terceira e última, envolve possibilidades e obstáculos para se promover o ensino de

Termoquímica para Educação Básica, estruturado na abordagem CTSA, na Didática Complexa e Transdisciplinar e nos princípios da auto-hetero-ecoformação e da ecopedagogia.

3.2 Movimento CTS e abordagem CTSA: existem aspectos históricos diferenciais?

Na década de 1960, momento pós Segunda Guerra Mundial, a preocupação com os impactos da ciência sobre o meio ambiente se fez evidente. Mobilizações ambientalistas e críticas relacionadas ao desenvolvimento industrial começaram a surgir, sobretudo devido ao rápido avanço da tecnologia e dos efeitos nocivos sob o planeta. Esses aspectos contribuíram para discussões referentes à neutralidade da ciência.

Essa década foi marcada por protestos políticos e econômicos e uma das justificativas centrou-se na criação do livro ‘Primavera Silenciosa’ escrito por Rachel Carson, que denunciava a mortandade de peixes, aves e outros animais ocasionada pelo uso de pesticidas (Amaral; Elias, 2020). Nesse cenário, o movimento CTS foi criado e junto dele nasceu uma concepção que respondia ao modo como as ciências eram utilizadas, sem se preocupar em preservar o meio ambiente, apenas em evoluir e criar.

De acordo com Bourscheid (2014), no pós-guerra, as questões éticas, a qualidade de vida, o medo e a frustração por excesso de tecnologia, fizeram o movimento CTS tornar-se mais propício na educação, pois a degradação ambiental e desigualdades geradas pelo avanço industrial tornaram-se mais visíveis e, por isso, essa proposta de ensino ganhou forças.

Com o movimento CTS em voga, o discurso da neutralidade da ciência acaba por mitigar, reverberando no campo educacional a necessidade de um ensino que articula a realidade vivida pelos estudantes e enfatiza temas socialmente importantes como: saúde, energia, agricultura, ética etc. Diante disso, o movimento CTS possui como objetivo central formar cidadãos capazes de observar de maneira crítico-reflexiva as produções científicas, o desenvolvimento tecnológico e os impactos disso na sociedade, buscando auxiliar tomada de decisões assertivas frente aos problemas inerentes a essas questões (Siqueira *et al.*, 2021).

No entanto, os problemas ambientais foram se agravando ao longo do século XX e a dimensão ambiental precisou estar em evidência nessas discussões e propostas educacionais. Esse fato sinalizou que o movimento CTS não enfatizava, suficientemente, as questões ambientais, ainda que elas estivessem presentes nas demandas sociais. A inclusão do ‘A’ – Ambiente – à sigla do movimento, teve como intuito a inferência da importância do meio ambiente na dimensão social, dando origem à sigla CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Essa mudança

foi amparada pela urgência em resolver problemas ambientais e, além disso, integrar uma educação pautada na sustentabilidade, responsabilidade ética e na justiça social.

É importante salientar que, independentemente da sigla a ser usada – CTS ou CTSA – as preocupações centrais entram em convergência a todo momento. Todavia, pesquisadores não entram em consenso acerca das diferenças entre elas, sendo, portanto, ambas utilizadas. Aikenhead (1994) argumenta que a questão ambiental já está elencada na própria ideia de sociedade, de modo que sua inserção na sigla acaba se tornando dispensável. Em outra estância, Krasilchik e Marandino (2007) apontam que a inclusão do ‘A’ seria essencial para evitar a perspectiva ambiental como algo secundário ou reduzido aos aspectos ecológicos, permitindo reforçar a necessidade de um olhar sistêmico, crítico e contextualizado sobre as crises relacionadas à essa dimensão.

No entanto, é necessário observar que a abordagem CTSA, ao assumir a ampliação do movimento CTS, sugere um olhar mais educacional, deixando explícitas questões como: análise mais sistematizada dos problemas socioambientais; reconhecimento das dimensões entre sociedade-natureza; maior integração de valores socioambientais e participação social; compreensão de onde e como surge a crise ambiental em busca da tomada de decisões conscientes e responsáveis; busca por incentivar não só ações individuais, bem como coletivas em prol do ambiente, dentre outras.

Assim, o movimento CTS e a abordagem CTSA, mesmo compartilhando preocupações semelhantes, inferem alguns diferenciais histórico-conceituais baseados na origem comum, mas com ênfases distintas. Ambos sugerem preocupações ambientais, mas quando inserida a letra ‘A’ na sigla CTS, amplia-se a exposição dos problemas referentes ao meio ambiente e a urgência de mudanças de comportamento e tomadas de decisões assertivas. Diante disso, torna-se essencial integrar educação científica e ambiental de forma crítica e reflexiva.

Nesse contexto, as distinções entre o que respalda as representações das siglas CTS e CTSA são: a primeira, busca a capacidade de análise crítica e tomada de decisões sociocientíficas; já a segunda, acrescenta articulações mais concisas para a formação da cidadania e intervenção responsável frente às crises e problemas ambientais. Enquanto CTS pode não priorizar questões ambientais em determinadas abordagens e contextos, CTSA se compromete diretamente com a incorporação consistente do meio ambiente.

Esses princípios alinham-se à necessidade de formar cidadãos capazes de lidar com desafios globais, como a desigualdade, a degradação ambiental e a sustentabilidade. Isso promove a integração do conhecimento científico, da reflexão ética e da participação democrática, além de

propiciar o protagonismo e a criticidade dos estudantes. Em outra via, a Termoquímica por lidar com matrizes energéticas, combustíveis e crises climáticas, transcende a análise sociocientífica e demanda a evidência do ambiente, pois o risco não é apenas social, mas ecossistêmico.

3.3 Abordagem CTSA, Didática Complexa e Transdisciplinar, auto-hetero-ecoformação e ecopedagogia: em busca de uma inter-relação

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente é uma abordagem educacional e um campo de aplicação que preza por uma articulação multirreferencial e multidimensional. Contudo, é importante enfatizar que a educação, na perspectiva CTSA, vai além das questões tradicionais por ter como premissa a compreensão da inserção do ser humano no contexto ambiental e, a partir da sua aplicação, propõe-se uma formação cidadã (Amaral; Elias, 2020). Isso representa possibilidades de contextualização a partir de convergência de temas (Bourscheid, 2014).

Já o pensamento complexo é o fundamento epistemológico que permite a religação desses saberes, especificamente aqui, aqueles voltados à Termoquímica, tendo como ponto central a não fragmentação do conhecimento, argumentando que a realidade vivida é multidimensional e tecida por questões e informações que não podem ser entendidas separadamente. De acordo com Morin (2002), ultrapassar a lógica sujeito e objeto, natureza e cultura, ciência e ética, implica reconhecer que a ciência e a educação envolvem uma perspectiva que se entrelaça aos moldes econômicos, éticos, políticos e ambientais. Compreender isso é dialogar com abordagem CTSA, pois esta exige um olhar crítico-reflexivo que objetiva a resolução de problemas reais.

Essa integração curricular é percebida por diferentes autores como Hilton Japiassu (1976), Basarab Nicolescu (1999) e Olga Pombo (2008), quando discutem sobre interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Para esses autores, num apanhado geral, a interdisciplinaridade envolve uma troca efetiva de conhecimentos entre componentes curriculares e a transdisciplinaridade, perpassa totalmente os métodos e ensinamentos científicos, agregando ao ensino questões referentes à cultura, às artes, à política, dentre outras. A transdisciplinaridade, em particular, constitui um caminho fértil para a abordagem CTSA, pois permite articular dimensões sociais e ambientais sem restringir-se a um único campo do conhecimento. Ela é o caminho metodológico para o pensamento complexo e pode contribuir para a discussão levantada por ele.

Nesse viés, a organização das disciplinas escolares fundamenta-se na particularidade do objeto de estudo de cada uma e na fragmentação de conceitos em campos delimitados (Suanno,

2018). Em contrapartida a isso, a Didática Complexa e Transdisciplinar propõe o rompimento das fronteiras disciplinares pela integração de diferentes saberes, dimensões humanas e contextos socioculturais, possibilitando uma compreensão sistêmica e hologramática dos fenômenos educativos (Morin, 2025; Suanno, 2018, 2022, 2023).

Nesse sentido, o pensamento complexo tem como papel fundamental implicar processos de autorreferência, reflexividade e co-construção do conhecimento, promovendo espaços de autoformação, coformação e ecoformação, bem como a aproximação colaborativa entre os sujeitos educativos, favorecendo a religação dinâmica entre prática, teoria e vida (Suanno, 2019, 2023), em ambientes educacionais saudáveis, solidários e capazes de problematizar a realidade social e planetária, religar conhecimentos e ser propositivo de superações das mazelas e polícrises atuais.

O enfoque CTSA quando articulado ao pensamento complexo induz um pensamento centrado em reforçar a necessidade de compreender a ciência e seus objetos como sistemas interdependentes. Morin (2015) considera que todo conhecimento deve situar-se em seu contexto. Dessa forma, é possível afirmar que a perspectiva CTSA exige a religação dos saberes proposta pela complexidade e encontra na transdisciplinaridade um caminho metodológico para lidar com problemas reais, controversos, multirreferenciais e multifacetados.

Essa didática complexa se interliga ao pensamento complexo, discutido por Morin (2015). O pensamento complexo é um princípio pertinente ao conhecimento que está intimamente relacionado ao processo educacional, pois envolve esferas de extrema importância como a economia, a política, a sociedade, o cognitivo, até mesmo o afetivo e o mitológico. A complexidade é atributo entre unidade e multiplicidade que estão relacionadas ao objeto do conhecimento. Ela caracteriza o surgimento de um pensamento interativo e inter-retroativo em que as partes se interligam ao todo, o todo às partes e as partes entre si.

Desse modo, a abordagem CTSA exige em seu cerne a essência da prática interdisciplinar, podendo ser tratada por um só professor ou por uma equipe articulada, na qual somente o vínculo entre diferentes campos do conhecimento permite compreender e intervir de maneira consistente, em problemas reais que não se apresentam de modo compartimentalizado (Auler; Bazzo, 2001). A interdisciplinaridade é uma das dimensões adotadas por Auler (2007) para classificar os estudos com enfoque CTSA, que se junta às outras duas: tema/relevância social e democratização dos processos de tomada de decisão.

Superar a lógica disciplinar tradicional demanda que os fenômenos sejam analisados de maneira conjunta e, a abordagem CTSA, ao problematizar os impactos da ciência e da

tecnologia na vida cotidiana, aproxima professores e estudantes de uma visão contextualizada do mundo, inerente ao que é proposta pela interdisciplinaridade. Diferentemente da interdisciplinaridade, que se alinha aos saberes ancorados em componentes curriculares isoladas, a transdisciplinaridade propõe um movimento que reconhece a legitimidade de múltiplas formas de conhecimento, na busca por soluções para problemas complexos, pautados na realidade da vida cotidiana.

Pensar complexo é oferecer fundamentos epistemológicos que afirmam a realidade como um tecido interligado, em que cada elemento influencia e é influenciado. Vinculado ao pensamento complexo e à abordagem CTSA, a transdisciplinaridade surge como objeto de aprofundamento integrador, propondo construir conhecimentos que atravessam e transcendem fronteiras disciplinares, considerando não apenas saberes científicos, como também os saberes culturais, comunitários e ambientais (Nicolescu, 1999).

Dialogar Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e Didática Complexa e Transdisciplinar presume que a educação pautada no saber científico assuma um caráter mais humanista. Assim, problemas como poluição, uso de tecnologias emergentes e políticas públicas ambientais não podem ser considerados apenas pelas ciências naturais. É preciso incorporar dimensões econômicas, políticas, culturais e éticas, que fornecem elementos para decisões contextualizadas. Essa perspectiva amplia o papel da educação científica como espaço de reflexão coletiva e de construção de cidadania, num viés mais responsável.

Para que isso ocorra, é fundamental promover oportunidades formativas que abordem explicitamente a CTSA, os princípios do pensamento complexo e os pressupostos transdisciplinares. Isso deve promover um exercício crítico e epistemológico e o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras, adequadas às demandas contemporâneas, sobretudo quando nos referimos às problemáticas ambientais do mundo atual.

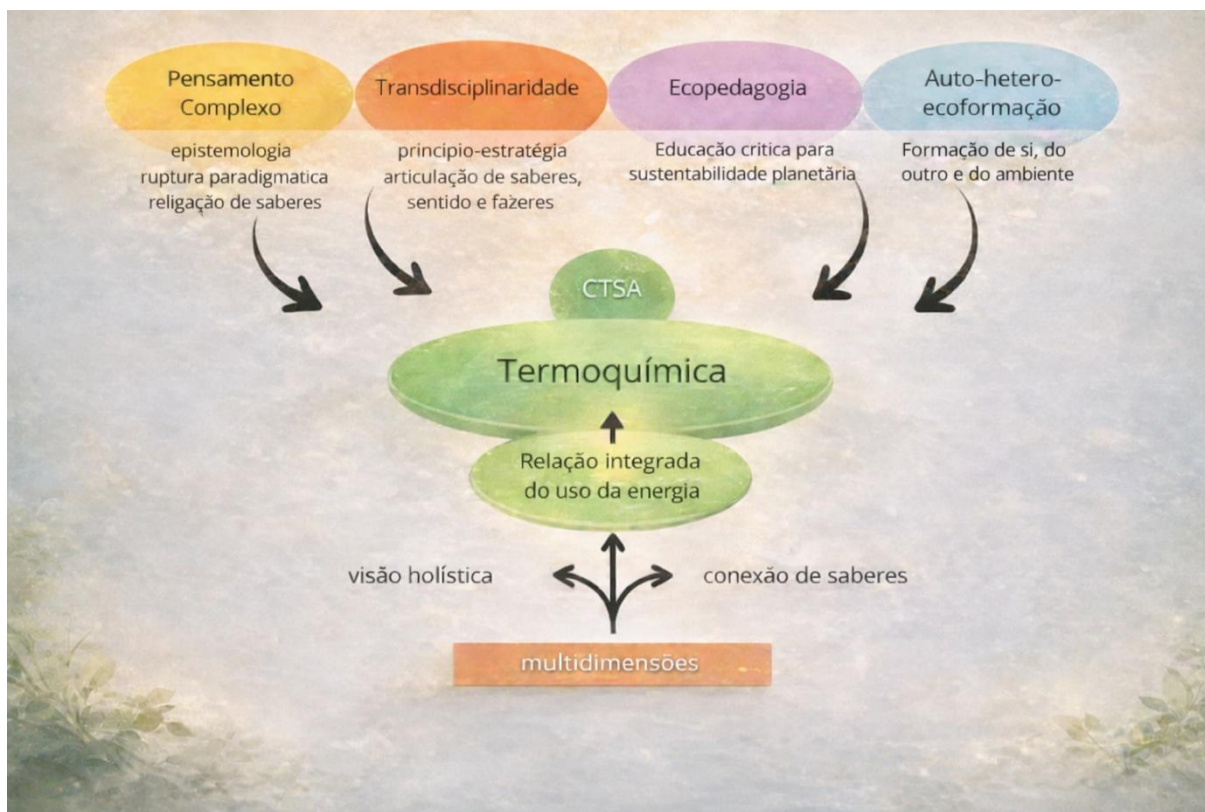
A busca por uma inter-relação entre CTSA e Didática Complexa e Transdisciplinar representa um movimento teórico e uma necessidade prática diante dos desafios sociais e ambientais. A integração dessas perspectivas amplia a capacidade da educação científica em promover compreensão crítica, participação cidadã e responsabilidade socioambiental. Trata-se de uma aposta na construção de um paradigma educacional mais aberto, colaborativo e sensível às múltiplas dimensões da realidade.

Nesse íterim, os desafios atuais da educação partem da necessidade de aproximar o currículo escolar à realidade local e global dos estudantes, além de estimular a criatividade no que tange aos aspectos transdisciplinares ligados ao processo de auto-hetero-ecoformação (Pukall;

Silva; Zwierewicz, 2017). Essa proximidade pode ser realizada tanto no modo de ensino presencial quanto na modalidade à distância ou híbrida, sendo que esse aspecto nos remete ao novo modo de pensar o ensino e a aprendizagem. Diante disso, esses três eixos são de extrema valia para focar em questões individuais, interpessoais e ambientais no contexto da educação, configurados pela teoria tripolar fundada por Gaston Pineau (2010).

Caminhando nessa direção, temos a ecopedagogia baseada nos pressupostos de Moacir Gadotti e das ideias de Paulo Freire que ampliam a compreensão da *práxis* educativa ao incorporar a auto-hetero-ecoformação como fundamento para a construção de uma educação comprometida com a sustentabilidade da vida. Conforme Gadotti (2003), a ecopedagogia surge como proposta de uma pedagogia da Terra e é orientada por uma visão ético-planetária que reconhece a interdependência entre os sujeitos, a sociedade e o meio ambiente. Essa tendência dialoga com o pensamento freireano quando compreende a educação como prática libertadora e emancipatória, fundada no diálogo, na conscientização e na leitura crítica do mundo (Freire, 1996). Na Figura 3 é possível perceber essa relação.

Figura 3. Inter-relação entre Termoquímica, abordagem CTSA e tendências pedagógicas emergentes



Fonte: Autoria própria. Imagem produzida por OpenAI (2024).

Em um cenário mais específico, com características e contextos particulares que pode englobar aspectos como clima, tempo, costumes e objetos, a escola já não é mais tida como única

e o bastante para a construção do conhecimento. Atributos advindos da evolução tecnológica já provaram que a informação e a ciência podem chegar de forma mais rápida e volumosa. Diante disso, percebe-se a necessidade da construção de um espaço interativo que promova a adoção de uma pedagogia centrada na realidade, que envolva um pensar complexo e transdisciplinar, que religa e interliga o conhecimento a todo momento e democratiza o ensino, partindo de princípios importantes que podem envolver a transformação social diante da *práxis*.

Compreender a *práxis* escolar como consciência para se reinventar é refletir também nas ações que podem ser tomadas. A *práxis* é trabalho que caracteriza a tomada de consciência para se reinventar, refletir, transformar, agir, fazer e potencializar o uso ativo da cultura digital no espaço escolar (Hetkowski; Dias, 2019). Esse termo sugere uma dinâmica formativa contínua do ensino que se constitui numa relação indissociável entre o sujeito consigo mesmo (autoformação), com o outro (heteroformação) e com o meio em que está inserido (ecoformação). Isso mostra que os processos educativos se constroem de maneira relacional, contextualizada e integradora. Neste cenário, a *práxis* escolar assume uma caracterização emancipatória, pois favorece a produção do conhecimento que nasce e renasce da interação entre experiências individuais, coletivas e socioambientais, possibilitando a ressignificação das práticas pedagógicas frente às demandas contemporâneas.

A respeito da conceituação dos processos auto-hetero-ecoformativos, tem-se que, embora relacionados de forma conjunta, eles se caracterizam de concepções individuais. A auto-hetero-ecoformação tem como finalidade ética e formativa o ensino, no caso da Termoquímica, como o conhecimento que afeta as decisões do ser humano (auto) e a comunidade/planeta (hetero/eco). Dessa maneira, a autoformação refere-se ao sujeito se tornando objeto de formação para si e diz respeito às aprendizagens adquiridas nas relações e nos diálogos com os outros, a partir da consciência, compreensão e transformação (Galvani, 2002).

Já a autoformação está diretamente relacionada e dependente do processo de heteroformação, já que este é o responsável por envolver os outros seres por meio da ação de cada um, a partir da reciprocidade humana comum e intencional (Galvani, 2002) e à ecoformação. Esta envolve a ação do meio ambiente na formação do indivíduo por intermédio de espaços diversos de aprendizagem de modo dinâmico e interativo (Galvani, 2002; Pineau, 2010). Por isso, a auto-hetero-ecoformação é um conceito que integra a formação individual (autoformação), a interação social (heteroformação) e a relação com o ambiente (ecoformação).

Esses três processos visam a construção de competências que transcendem a simples abordagem de componentes curriculares e levam em consideração a complexidade e seus

princípios, as interações entre os indivíduos, os outros e o ambiente em que se vive. Nesse sentido, a Didática Complexa e Transdisciplinar busca integrar inúmeras dimensões do processo educativo e se torna um elo essencial na educação, pois reconhece a multiplicidade de saberes e experiências que os estudantes trazem consigo, além das diversas fontes de aprendizagem que podem integrar o ambiente.

A auto-hetero-ecoformação, ao considerar a diversidade de contextos e relações, permite que os estudantes se tornem agentes ativos no processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades críticas e criativas para transformar a realidade social, ao mesmo tempo que se inserem em práticas colaborativas e interdependentes. Isso corrobora diretamente na educação preparando-os, principalmente, para viver em sociedade. No entanto, isso só ocorrerá se o pensamento do professor for direcionado para esse fim.

Portanto, numa ótica centrada nos aspectos de auto-hetero-ecoformação, a educação tem um papel de extrema importância no cenário atual, devendo se pautar em relações diversas dos indivíduos de uma sociedade para si e com os outros ou para os outros e com o ambiente, partindo de temas que valorizem princípios e a participação cidadã. Esse aspecto envolve pelo menos dois dos três pilares da transdisciplinaridade que “representam um duro golpe na visão clássica do mundo” (Martinazzo, 2020, p. 7).

Muitos desafios educacionais vêm associados à questão do pensamento complexo e da transdisciplinaridade. Situação que é discutida por Galvani (2002), que consideram a importância e a necessidade de abarcar aspectos em torno da multidimensionalidade do objeto do conhecimento que, por muitas vezes, é estritamente implícito diante da transdisciplinaridade. Silva Júnior e Suanno (2017) interagem nesse cenário ao considerarem que a prática pedagógica transdisciplinar surge na tentativa de identificar novos horizontes para romper e reorganizar os processos de ensino e de aprendizagem, em busca de uma formação que considera a autonomia, a heterogeneidade e a ambientação. Os autores apontam a execução de projetos que propiciem a criatividade e a inovação na educação e, por isso, podem articular essas ideias ao contexto.

Assim, os aspectos complexos e transdisciplinares podem ser compreendidos de tal forma que, tanto estudantes como professores são direcionados para uma educação de qualidade na qual há atividade constante, não só de reflexão, como também de ação diante da sociedade. Desse modo, a noção de complementaridade entre o Pensamento Complexo embasado por Morin (2015) quando fornece a lente epistemológica para religar os saberes fragmentados da Termodinâmica, e a Transdisciplinaridade discutida por Nicolescu (1999), quando oferece o instrumento metodológico para materializar essa religação, incorpora as dimensões culturais e econômicas do uso da energia.

3.4 Caminhos e desafios da abordagem CTSA alinhada às tendências pedagógicas emergentes para o ensino de Termoquímica

A Termoquímica é um ramo da físico-química que investiga as transformações energéticas em forma de calor, provenientes dos inúmeros materiais existentes no planeta e, de uma forma ou outra, tudo o que fazemos, inclusive para nossa sobrevivência (Brown, 2016). Ela constitui uma área de suma importância para a perspectiva CTSA, possibilitando a articulação de saberes científicos pautados, essencialmente, na tecnologia, sociedade e ambiente.

Crise climática, utilização de combustíveis fósseis, energia renovável e transição energética são temas que se vinculam e evidenciam contextos de desafios contemporâneos no ensino. Inserir essas questões na educação permite o desenvolvimento de habilidades pautadas numa visão crítico-reflexiva, contribuindo para o ensino das ciências da natureza alinhada às demandas sociais e ambientais emergentes, que configuram uma educação transformadora

Nesse cenário, a abordagem CTSA tende a ampliar o conhecimento acerca da Termoquímica ao integrar multidimensões, especialmente aquelas vinculadas ao ambiente, sociedade e contexto político. Para Auler e Bazzo (2001), preocupações ambientais, em resposta às crises ecológicas globais e ao debate sobre sustentabilidade, surgem como base para o estudo sobre Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente.

Alinhar essa situação ao pensamento complexo, auxilia no reconhecimento de que as questões energéticas não estão somente reduzidas aos componentes curriculares de Química e de Física, mas centram-se na tomada de atitude frente aos problemas do mundo moderno. Morin (2002) argumenta que os fenômenos reais são tecidos por múltiplas interdependências e não podem ser compreendidos separadamente. A Termoquímica, ao fundamentar processos físicos, químicos, biológicos, industriais e infraestruturais, demanda uma abordagem de ensino sistêmica e integradora. Nesse contexto, a transdisciplinaridade (Nicolescu, 1999) torna-se estratégica para articular conhecimentos da Química, Física, Ecologia, Economia, Ciências Sociais etc.

Sob um olhar metodológico, o ensino de Química compreendido a partir da abordagem CTSA, ao incluir os aspectos energéticos, aproxima o ensino à realidade dos estudantes, promovendo aprendizagens contextualizadas focadas no poder transformacional da educação, ocasionando uma relação direta com a alfabetização científica (AC), que também se destaca no processo. Para Santos e Mortimer (2002), a AC envolve a compreensão da ciência como prática

social e propicia o desenvolvimento da autonomia, criticidade e argumentação, para que os estudantes participem de processos decisórios.

A alfabetização científica, segundo Fourez (1994) e Chassot (2016), refere-se à capacidade de entender a ciência no cotidiano e utilizar o conhecimento científico para interpretar o mundo e os diferentes contextos, para construir seres críticos na sociedade. Chassot (2016) disponibiliza às pessoas algo como uma leitura de mundo baseada na ciência, permitindo a compreensão de fenômenos cotidianos e tomada de decisões mais informadas.

Já Fourez (1994) compreende a AC como o desenvolvimento de ilhas racionais, consideradas conjuntos de saberes que ajudam indivíduos e grupos a analisarem problemas concretos, articular diferentes perspectivas e agir de modo autônomo em contextos complexos, especialmente em sala de aula quando o professor alinha a Didática Complexa e Transdisciplinar ao ensino de Química. Ambos os autores convergem em suas concepções ao considerarem que, alfabetizar cientificamente não é apenas transmitir conteúdos, é favorecer uma compreensão crítica, contextualizada e socialmente situada da ciência.

Assumir uma aprendizagem cooperativa é encarar elementos de transformação social, presumindo inúmeras possibilidades e desafios para um ensino escolar transformador (Brito; Costa, 2020). Diante disso, a educação deve assumir um importante papel nesse aspecto como forma de oportunizar novos métodos de ensinar e aprender. Assim, torna-se necessário ultrapassar as barreiras da fragmentação e proporcionar interrelações entre os saberes culturais, linguísticos, científicos e ancestrais, buscando por uma educação de qualidade.

Hodson (2003), por outro lado, enfatiza que temas complexos, como a crise climática ou o uso de combustíveis fósseis, são fundamentais para a formação crítica de cidadãos. Assim, a transdisciplinaridade se faz presente no ensino da Termoquímica quando, ao analisar dados energéticos, comparar fontes de energia ou avaliar impactos ambientais, os estudantes desenvolvem competências que ultrapassam o domínio dos cálculos termoquímicos.

A implementação da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica, apesar dos recentes avanços conceituais, enfrenta lacunas e obstáculos significativos, pois ensinar Química de forma abstrata e excessivamente matematizada, como aponta Roberts (2007), reverbera em dificuldades por parte dos estudantes para perceberem a relevância dos conceitos termoquímicos na compreensão de fenômenos do cotidiano.

A ciência e a tecnologia (C&T) têm se destacado devido ao avanço e grau de complexidade de instrumentos e ferramentas gerados a partir delas, principalmente quando se relacionam, permitindo que a sociedade viva cada vez mais em um mundo pautado na

tecnociência. De acordo com Siqueira *et al.* (2021, p.) ciência e tecnologia são “elementos com características e propósitos distintos, mas que na maioria das vezes caminham juntos, se apoiando mutuamente”, razão pela qual não podem ser compreendidas como esferas dissociadas. Entretanto, C&T não se desenvolvem fora de um contexto histórico, social e cultural, nem podem ser consideradas neutras, uma vez que estão imbricadas por valores, interesses e disputas de poder.

Nesse sentido, Auler e Delizoicov (2001) e Santos (2007) destacam que a ideia de neutralidade científica contribui na ocultação das problemáticas sociais e ambientais advindas do desenvolvimento científico-tecnológico. Por isso, é imprescindível voltarmos a atenção para os problemas socioambientais que são resultados da evolução da ciência e da tecnologia e impactam diretamente nos diversos ecossistemas.

É nesse contexto que a abordagem CTSA se apresenta com maior abrangência e coerência, ao enfatizar de maneira explícita o termo ambiente. Portanto, é primordial destacar que, estudos em que os autores optam por envolver CTS acabam, na prática, restringindo-se à discussão mais aprofundada dos aspectos técnicos e instrumentais da ciência e da tecnologia, tratando CTS como sinônimo de C&T, sem problematizar de forma significativa as questões sociais e, sobretudo, ambientais (Santos; Mortimer, 2000; Auler; Delizoicov, 2001).

Diante disso, o que tem acontecido é a valorização dos aspectos conteudistas em detrimento de práticas didático-pedagógicas que envolvem problematizações e diálogos que levam à responsabilidade ética, tomada de decisão assertiva e consciência crítica por parte dos estudantes, tanto em questões sociais quanto dos impactos e prejuízos ambientais causados pelo avanço C&T.

Tal uso reducionista esvazia o potencial crítico do movimento CTS, originalmente concebido como uma resposta às consequências sociais e ambientais do progresso científico-tecnológico, que teve como principal fonte a Segunda Guerra Mundial. Isso reforça claramente a necessidade de adoção do termo ‘ambiente’ quando pensamos na abordagem CTSA e sua articulação com conceitos científicos.

De modo adicional, as escolas encontram limitações referentes a adoção de práticas inovadoras para trabalhar com a abordagem CTSA, bem como a resistência com práticas inter e transdisciplinares interligadas ao pensamento complexo. Além disso, a falta de materiais didáticos adequados, a pressão por cumprir currículos extensos, o pouco tempo destinado às investigações e as deficiências de infraestrutura, dificultam a operacionalização de propostas

CTSA. Tais aspectos evidenciam a necessidade de políticas educacionais que incentivem tal prática, sinalizando também, a ruptura de paradigmas.

Mesmo diante desses desafios, o potencial formativo da abordagem CTSA no ensino de Termoquímica é expressivo, especialmente quando o olhar se faz a partir da Didática Complexa e Transdisciplinar. Levinson (2010) destaca que discussões neste ramo possibilitam uma participação mais qualificada dos estudantes para a tomada de decisões tecnocientíficas, reforçando a dimensão cidadã da educação científica.

Dessa forma, consolidar a abordagem CTSA no ensino de Termoquímica implica integrar perspectivas históricas do movimento CTS/CTSA, fundamentos do pensamento complexo, princípios da alfabetização científica e compromissos ético com a sustentabilidade, exprimindo para além da educação ambiental, uma ecopedagogia. Tal perspectiva transforma a Termoquímica em uma ferramenta de compreensão do mundo e intervenção em desafios socioambientais contemporâneos. Essa contribuição para uma formação crítica, democrática e comprometida com a justiça social, ao deslocar o foco da abstração para a contextualização, reforça a relevância da Química na análise e enfrentamento de problemas reais.

Em consonância aos argumentos apresentados, os professores carecem de formação que integre CTSA e Didática Complexa e Transdisciplinar, não apenas metodologias. Os desafios limitantes da escola são reflexo de uma formação docente que, historicamente, negligenciou os pilares do pensamento complexo e da transdisciplinaridade, indicando a necessidade de políticas que promovam a cabeça bem-feita (Morin, 2002) no ensino de Termoquímica.

3.5 Considerações Finais

A articulação entre CTSA, pensamento complexo e transdisciplinaridade oferece bases teórico-epistemológicas consistentes no que concerne ao ensino de ciências da natureza, especialmente o ensino de Química, quando são repensadas a organização das estratégias de ensino. A distinção entre CTS e CTSA é primordial para entender os objetivos de formação em que cada um se pauta. No entanto, há pouca diferença explícita, visto que CTS e CTSA prescrevem as questões ambientais em seu cerne, ainda que menos evidente no âmbito CTS.

Sabe-se que a ciência e a tecnologia constituem construções humanas indissociáveis, não podendo ser concebidas como neutras ou desprovidas de valores no que concerne à sociedade e ao meio ambiente. Ainda que a sigla CTS represente um avanço ao reconhecer isso,

observa-se, em parte da literatura, seu uso reducionista, restrito aos aspectos científico-tecnológicos, com fragilização das dimensões sociais e ambientais.

Por isso, a adoção da sigla CTSA é identificada como mais coerente, ao direcionar significativamente o debate para as problemáticas socioambientais decorrentes do avanço científico e tecnológico. Isso favorece uma formação de indivíduos críticos, éticos e comprometidos com a prática sustentável e com a preservação da vida no planeta. Assim sendo, reafirmamos a necessidade de práticas escolares que perpassem a instrumentalização da ciência para promover um ensino científico integrado, contextualizado e socialmente responsável.

No ensino de Termoquímica, esse consenso é fértil, possibilitando que o professor aborde questões energéticas, tecnológicas e ambientais, de modo crítico e contextualizado. Todavia, as lacunas na estrutura escolar, a promoção de formação docente voltada para essa abordagem, resistências em aprender de maneira interdisciplinar e transdisciplinar baseando-se no pensamento complexo, são fragilidades persistentes no contexto educacional. Por esses motivos, há de se considerar mudanças em currículos e matrizes pedagógico-formativas.

Conquanto os desafios estruturais e formativos persistam, a potencialidade da perspectiva CTSA vinculada ao pensamento complexo e à transdisciplinaridade, pode contribuir significativamente para uma educação transformadora, que promove a formação de sujeitos críticos, responsáveis e capazes de participar de decisões que impactam a vida em sociedade.

Em suma, este ensaio reafirma o problema central, pautado na necessidade de compreender como a abordagem CTSA pode ser alinhada ao ensino de Termoquímica à luz de uma Didática Complexa e Transdisciplinar. Ela é baseada na característica pedagógica do docente ao envolver os pressupostos da auto-hetero-ecoformação e da ecopedagogia, como condição epistemológica para romper com a fragmentação do conhecimento científico.

Dessa maneira, ao evidenciar que a perspectiva CTSA requer uma base teórica capaz de religar os saberes científicos, sociais, tecnológicos e ambientais, sustentamos que o Pensamento Complexo subsidia a lente epistemológica necessária para essa religação. Por outro lado, a Transdisciplinaridade apresenta-se como o instrumento metodológico que concretiza tal integração no ensino de Termoquímica. Como resultado dessa articulação tem-se a consolidação de uma Didática Complexa e Transdisciplinar, articulada à tripolaridade da Auto-Hetero-Ecoformação, assumindo o compromisso ético e se interligando aos pressupostos da ecopedagogia. Isso favorece uma concepção de práticas educativas voltadas à sustentabilidade, à responsabilidade social e à formação de sujeitos críticos e conscientes.

Por fim, inferimos sobre a necessidade de uma reestruturação curricular para além das mudanças de práticas didático-pedagógicas nas escolas da Educação Básica, mas que modifique sobretudo, a formação inicial de professores. Nesta última, é preciso incorporar na matriz curricular situações de ensino e de aprendizagem acerca dos referenciais epistemológicos das tendências pedagógicas emergentes aqui discutidas, bem como o desenvolvimento de materiais didáticos e propostas educativas pautados na Didática Complexa e Transdisciplinar. Essas alterações contribuirão para fortalecer o ensino de ciências da natureza, especificamente aqui destacamos a Termoquímica, sob a perspectiva crítica, contextualizada e comprometida com os desafios contemporâneos.

Referências

AIKENHEAD, Glen S. What is STS science teaching? **Science Education**, v. 78, n. 5, p. 447–463, 1994.

AMARAL, Carmem L. C.; ELIAS, Izilda G. 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. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e1379107668, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7668>

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, p. 1–13, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

BOURSCHEID, Jacinta Lourdes Weber. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24–36, 2014.

BROWN, Theodore L. *et al.* **Química: a ciência central**. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización científica y tecnológica**. Madrid: Popular, 1994.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FRIGOTTO, Gaudêncio. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 41–62, 2008. DOI: <https://doi.org/10.48075/ri.v10i1.4143>.

GADOTTI, Moacir. A ecopedagogia como pedagogia apropriada ao processo da Carta da Terra. **Revista de Educação Pública**, v. 12, n. 21, p. 11-24, 2003.

GALVANI, Pascal. A autoformação: uma perspectiva transpessoal, transdisciplinar e transcultural. In: SOMMERMAN, Américo; MELLO, Maria F. de; BARROS, Vitória M. de (Orgs.). **Educação e Transdisciplinaridade II**. São Paulo: TRIOM, 2002. p. 95-121.

HETKOWSKI, Tania Maria; DIAS, Josemeire Machado. Educação, Cultura Digital e Espaços Formativos. **Plurais-Revista Multidisciplinar**, v. 4, n. 2, p. 11-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29378/plurais.2447-9373.2019.v4.n2.11-25>

HODSON, Derek. Time for action: Science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645–670, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690305021>

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

LEVINSON, Ralph. Science education and democratic participation. **Studies in Science Education**, v. 46, n. 1, p. 29–60, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057260903562433>

MARTINAZZO, Celso José. O pensamento transdisciplinar como percepção do real e os desafios educacionais e planetários. **Educar em Revista**, v. 36, p. e66048, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.66048>

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: TRIOM, 1999.

PINEAU, Gaston. A autoformação no decurso da vida: entre a hetero e a ecoformação. In: NÓVOA, António; FINGER, Matthias (Orgs.). **O método (auto)biográfico e a formação**. Natal: EDUFRN; São Paulo: Paulus, 2010. p. 97–118.

POMBO, Olga. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 9–40, 2008. DOI: <https://doi.org/10.48075/ri.v10i1.4141>

PUKALL, Jeane Pitz; SILVA, Vera Lúcia de Souza e.; ZWIEREWICZ, Marlene. Ecoformação na Educação Básica: uma experiência em formação de professores. **Revista Professare**, Caçador, v. 6, n. 1, p. 89-110, 2017. DOI: <https://doi.org/10.33362/professare.v6i1.1204>

ROBERTS, Douglas A. Scientific literacy/Science literacy. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (Eds.). **Handbook of Research on Science Education**. New York: Routledge, 2007. p. 729–780.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474–492, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n.17, p. 49-62, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do conhecimento e a perspectiva CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 1–19, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>

SILVA JÚNIOR, Luizmar Vieira da; SUANNO, João Henrique. O pensamento complexo e transdisciplinar na prática pedagógica do professor. In: **Anais da VI Semana de Integração**. Universidade Estadual de Goiás, UEG. Anápolis, GO, 2017.

SIQUEIRA, Gisele Carvalho de *et al.* CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 16, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v17n48.14128>

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Didática Complexa e Transdisciplinar. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PIMENTA, Selma Garrido; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs.). **Didática crítica no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2023. p. 252-278.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Em busca da compreensão do conceito de transdisciplinaridade. In: MORAES, Maria Cândida; SUANNO, João Henrique (Orgs.) **O pensar complexo na educação: sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2018. 232p. p. 99-126.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Entre brechas e bifurcações a didática segue em movimento e em contraposição ao neoliberalismo/neotecnicismo. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 29, n. 3, p. 57-75, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18764/2178-2229v29n3.2022.46>

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Projeto de Investigação-Ação-Formação Transdisciplinar do CEUARKOS (México) e suas estratégias metodológicas. **REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, v. 11, p. E-201904 (1-19), 2019.

CAPÍTULO 4 – PESQUISA APLICADA E PRODUTOS EDUCACIONAIS

Este capítulo analisa as potencialidades de uma proposta pedagógica estruturada na articulação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e o ensino de Termoquímica. A pesquisa centrou-se em desenvolver e aplicar uma sequência didática a partir de situações de estudo envolvendo a abordagem CTSA sob a ótica de tendências pedagógicas emergentes. Pretendemos submetê-lo à AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemática, ISSN 2317-5125, cuja estratificação Qualis no quadriênio 2021-2024 é A1.

4. Sequência didática para o ensino de Termoquímica: articulações possíveis entre a abordagem CTSA e a didática complexa transdisciplinar

A Didactic Sequence for Thermochemistry Education: Exploring Potential Articulations Between the STSE Approach and Complex Transdisciplinary Didactics

Resumo: O ensino de Química é tradicionalmente marcado por abordagens abstratas, excessivamente centradas em cálculos matemáticos que configuram um grande desafio no contexto da Educação Básica. Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo avaliar a aplicação de uma sequência didática a partir de situações de ensino envolvendo a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), sob a ótica da Didática Complexa e Transdisciplinar, no ensino de Termoquímica. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa, por envolver a interpretação dos significados atribuídos pelos estudantes aos processos de ensino e aprendizagem da disciplina de Química. Para tanto, utilizamos dos pressupostos da didática complexa e transdisciplinar, da auto-hetero-ecoformação, da ecopedagogia e nos princípios da alfabetização científica, em consonância com a abordagem CTSA. Os resultados indicaram que a aplicação da sequência didática constituiu uma estratégia pedagógica adequada que ressignificou o ensino da Termoquímica e favoreceu a aproximação entre conceitos científicos e situações do cotidiano, bem como a ampliação do envolvimento discente em atividades práticas, colaborativas e contextualizadas. As dificuldades apontaram para a realização de atividades e leituras extraclasse. Com o desdobramento da pesquisa, foram elaborados dois produtos educacionais, um guia didático da proposta pedagógica destinado ao professor e um material de acompanhamento voltado ao estudante.

Palavras-chave: Ensino de Química. Termoquímica. Didática Complexa. Transdisciplinaridade. Auto-hetero-ecoformação. Ecopedagogia.

Abstract: The teaching of chemistry is traditionally marked by abstract approaches, overly focused on mathematical calculations, which pose a major challenge in the context of basic education. Given this scenario, this article aims to evaluate the application of a teaching sequence based on teaching situations involving the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach, from the perspective of Complex and Transdisciplinary Didactics, in the teaching of Thermochemistry. The research is characterized as applied, with a qualitative approach, as it involves the interpretation of the meanings attributed by students to the teaching and learning processes of the Chemistry discipline. To this end, we used the

assumptions of complex and transdisciplinary didactics, auto-hetero-ecoformation, ecopedagogy, and the principles of scientific literacy, in line with the STSE approach. The results indicated that the application of the didactic sequence was an appropriate pedagogical strategy that reframed the teaching of thermochemistry and favored the approximation between scientific concepts and everyday situations, as well as the expansion of student involvement in practical, collaborative, and contextualized activities. The difficulties pointed to the need for extra-class activities and readings. As the research unfolded, two educational products were developed: a teaching guide for teachers and accompanying material for students.

Keywords: Chemistry teaching. Thermochemistry. Complex didactics. Transdisciplinarity. Self-hetero-ecoformation. Ecopedagogy.

4.1 Introdução

De maneira histórica, o ensino de Química tem sido marcado por práticas docentes centradas na transmissão de conhecimento num viés fragmentado e descontextualizado, principalmente na Educação Básica. Trabalhar dessa forma faz com que os conceitos sejam desprovidos de significado social, ambiental e até mesmo tecnológico para os estudantes (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2018).

Esse aspecto aponta para a dificuldade de compreensão da disciplina, ocasionando um distanciamento por parte dos educandos em relação à aprendizagem dos conceitos científicos. Tal cenário se torna mais intenso quando são trabalhados assunto abstratos, como a Termoquímica por exemplo, em que é frequente a sua relação com cálculos matemáticos e fórmulas complexas.

A Termoquímica centra-se no estudo das trocas de energia da matéria que estão envolvidas em processos químicos e físicos diversos, especialmente quando se trata do calor. Ela é fundamental para a compreensão de fenômenos naturais, processos industriais e fatores que envolvem o mundo atual, pois se alinha ao comportamento energético de sistemas. O principal foco deste ramo de estudo é investigar e compreender a quantidade de energia absorvida e/ou liberada durante processos ambientais como a combustão e processos industriais como o funcionamento de motores.

De acordo com Atkins e Jones (2012), a Termoquímica abarca as mudanças energéticas das reações químicas, sendo fundamental a compreensão acerca dos sistemas, o que evidencia o potencial desse conteúdo para discussões que extrapolam o âmbito estritamente científico e alcançam dimensões sociais e ambientais que ensejam uma abordagem pedagógica pautada na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Essa abordagem se apresenta como uma perspectiva teórico-metodológica capaz de romper com a neutralidade da ciência, reconhecendo

aspectos e contextos históricos, políticos, econômicos e culturais específicos (Santos; Mortimer, 2000).

Articular o ensino de Termoquímica à abordagem CTSA é perceber possibilidades que promovem a educação em ciências voltada à alfabetização científica crítica. Chassot (2016) defende que o entendimento das implicações sociais e ambientais e do uso da energia é favorecido a partir disso. Para que essa articulação se concretize no espaço escolar é primordial que os docentes repensem suas estratégias de ensino, buscando superar a desarticulação com o contexto real vivido pelos estudantes. Nesse sentido, organizar uma sequência didática (SD) surge como uma alternativa consistente para a organização do trabalho pedagógico e de práticas inovadoras.

Uma SD representa um conjunto ordenado e articulado de atividades planejadas com objetivos claros, que possibilitam ao estudante avançar progressivamente na construção do conhecimento, integrando saberes prévios, novas informações e situações de aprendizagem significativas (Zabala, 1998). A utilização de SD no ensino de Ciências favorece a articulação de conceitos, procedimentos e atitudes, facilitando uma aprendizagem pautada em significados.

Para o ensino da Termoquímica, esse tipo de proposta metodológica possibilita que conceitos específicos sejam trabalhados por meio de discussões acerca da produção de energia, sustentabilidade, consumo e impactos ambientais, articulando-se às situações do cotidiano e ao enfoque CTSA. Dessa forma, os estudantes compreendem a presença dos conceitos científicos no dia a dia e ampliam suas percepções sobre as questões sociais e ambientais envolvidas na Termoquímica.

Nesta pesquisa, a SD é fundamentada especialmente no ato interdisciplinar, pois as questões CTSA indicam uma forte presença de conteúdos científicos trabalhados em outras componentes curriculares como a Física e a Biologia. A interdisciplinaridade é entendida como a articulação entre diferentes áreas do conhecimento na compreensão de fenômenos complexos. Conforme defendem Fazenda (2011b) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), ela permite uma leitura integrada da realidade, fazendo com que conceitos da Química dialoguem com outras áreas do conhecimento.

Associada a essa tendência, temos a Didática Complexa e Transdisciplinar (DCT) proposta por Suanno (2023), inspirada no pensamento complexo de Morin (2015), que propõe uma educação que reconheça a complexidade dos fenômenos e a necessidade de superar a fragmentação do saber. O ensino não pode e nem deve ser pautado apenas em disciplinas isoladas que não se relacionam em momento algum, mas sim na contextualização, na relação e

na religação das formas de conhecimento. No ensino de Termoquímica, a Didática Complexa e Transdisciplinar possibilita o entendimento das transformações energéticas como processos multifacetados e multirreferenciais atinentes à interdependência entre os sistemas sociais, ambientais, econômicos, tecnológicos e culturais.

Essa tendência pedagógica alinha-se à tentativa de romper com a fragmentação do conhecimento e com modelos tradicionais de ensino, buscando integrar saberes, sujeitos e contextos, a partir da compreensão da realidade como dinamizada, incerta e multidimensional. Nesta abordagem, os processos de ensino e de aprendizagem são concebidos como um movimento dialógico, contextualizado e reflexivo, buscando superar a lógica disciplinar rígida que ainda permeia o ensino escolar.

De acordo com Suanno (2023), a Didática Complexa e Transdisciplinar se pauta na valorização articulada entre razão, emoção, ética e sensibilidade, bem como na construção integral do conhecimento orientada para a formação coletiva, buscando a emancipação dos sujeitos envolvidos no processo. Assim, há uma proposta de práticas pedagógicas mais abertas, problematizadoras e contextualizadas que podem ser capazes de responder à complexidade dos fenômenos educativos e sociais da contemporaneidade.

Essa tendência também dialoga com a teoria tripolar da auto-hetero-ecoformação (Pineau, 2006), que compreende um conceito relacionado a formação humana como resultado da relação do sujeito consigo mesmo, com o outro e com o meio. Nela, o estudante deve ser concebido como protagonista no processo de aprendizagem e construir conhecimentos a partir da interação, do diálogo e da reflexão crítica sobre sua realidade. Esse aspecto é evidenciado pela atitude discente observada nas atividades, dinâmicas individuais e colaborativas.

Ao voltar nosso olhar para a perspectiva ecoformativa, percebe-se uma conexão com a ecopedagogia que, por sua vez, propõe fundamentos para integrar a dimensão ambiental ao ensino, de forma ética e crítica. Para Gadotti (2000), o princípio da ecopedagogia envolve uma educação planetária comprometida com a sustentabilidade, a justiça social e o cuidado ético com o ambiente. Ela contribui para a formação de sujeitos conscientes de seu papel na sociedade e do ponto de vista pedagógico, se alinha à concepção freiriana de que a educação problematizadora é uma chave para o conhecimento que é construído por meio do diálogo, da reflexão e da leitura crítica de mundo (Freire, 1996).

Juntamente com a Didática Complexa e Transdisciplinar e a auto-hetero-ecoformação e alinhada à abordagem CSTA, a ecopedagogia envolve questões pertinentes e centrais nas discussões sobre ser sustentável. Essa conexão entre tendências pedagógicas e a abordagem

CTSA apresenta-se como modo assertivo e eficaz para ensinar Termoquímica. Diante disso, essa pesquisa se pauta nesta premissa e propõe uma SD sobre o ensino de Termoquímica com o intuito de problematizar as questões energéticas, os impactos ambientais e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, rompendo com o ensino transmissivo e assumindo um caráter formativo emancipador.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo avaliar a aplicação de uma proposta pedagógica estruturada na abordagem CTSA sob a ótica da Didática Complexa e Transdisciplinar, da Auto-hetero-ecoformação e da Ecopedagogia, envolvendo o ensino de Termoquímica para Educação Básica. Buscamos com este estudo, contribuir para a promoção de práticas pedagógicas que superem a fragmentação do conhecimento, integrem a abordagem CTSA de forma crítica e contextualizada às situações cotidianas dos estudantes, favorecendo uma educação científica com potencial transformador.

4.2 Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa, por envolver a interpretação dos significados atribuídos pelos estudantes numa intervenção pedagógica no ensino de Química para Educação Básica, especificamente sobre Termoquímica. Para Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa valoriza a subjetividade, as experiências e as percepções dos sujeitos envolvidos, sendo particularmente adequada para investigações em contextos educacionais.

Tal delineamento possibilitou uma compreensão detalhada e contextualizada do fenômeno investigado, valorizando o ambiente em que ele ocorre, bem como as dinâmicas estabelecidas entre os participantes. O estudo apresenta, portanto, caráter interpretativo, buscando compreender como os estudantes atribuem significados às experiências vivenciadas (Lüdke; André, 2013), ao longo de uma intervenção pedagógica que se refere à aplicação de uma sequência didática sobre Termoquímica.

Essa pesquisa também se constitui como descritiva, uma vez que não se propôs a manipular variáveis, mas a compreender e analisar as dinâmicas pedagógicas e as implicações da abordagem CTSA (Santos; Mortimer, 2000) no ensino de Termoquímica, sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar (Suanno, 2015; 2023), da auto-hetero-ecoformação (Pineau, 2006), e da ecopedagogia (Freire, 1996; Gadotti, 2000). Pesquisas dessa natureza visam descrever características de determinado fenômeno ou população, analisando suas relações e significados no contexto em que se inserem (Gil, 2008).

Dessarte, o estudo foi desenvolvido em conformidade com os princípios éticos que regem as investigações com seres humanos, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o parecer nº 7.589.013, emitido em 23 de maio de 2025 (Anexo I). O público-alvo foi constituído por estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do sudoeste de Goiás. Para disponibilizar informações e maiores esclarecimentos acerca da pesquisa e coletar o aceite de participação dos envolvidos foram elaborados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) destinado aos pais e responsáveis (Anexo II), pois os partícipes eram menores de idade, e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os estudantes que manifestaram interesse em participar (Anexo III).

A escolha desse contexto justifica-se pela proximidade dos conceitos científicos da Termoquímica com temas relacionados à energia, sustentabilidade, resíduos agroindustriais, dentre outros assuntos pertinentes, favorecendo a articulação com a abordagem CTSA e com tendências pedagógicas emergentes, a saber: didática complexa e transdisciplinar, auto-heteroecoformação e ecopedagogia.

A coleta de dados desfrutou de múltiplos instrumentos que se complementaram, a saber: observação participante, registros fotográficos e em diário de campo, e aplicação de dois questionários (diagnóstico e final). A observação participante, conforme Thiollent (2011), caracteriza-se pela interação entre pesquisador e participantes, possibilitando uma aproximação com a realidade vivenciada pelos sujeitos, favorecendo a construção coletiva do conhecimento.

A análise dos dados foi conduzida em uma perspectiva descritiva e interpretativa, própria das investigações de natureza qualitativa. A dimensão descritiva garante rigor e transparência do processo analítico e a dimensão interpretativa evidencia o posicionamento teórico e a construção de sentido.

Inicialmente, procedeu-se à organização e leitura exaustiva do *corpus* (questionários e anotações em diário de campo), com vistas à identificação de unidades de sentido e à construção de categorias temáticas emergentes, etapa que possibilitou a descrição sistemática das recorrências, convergências e singularidades presentes nas manifestações dos participantes. Em seguida, realizamos o movimento interpretativo, no qual os achados foram analisados à luz do referencial teórico adotado, buscando compreender os significados subjacentes, as implicações pedagógicas e as possíveis articulações com o ensino de Termoquímica.

Anteriormente ao desenvolvimento da intervenção pedagógica, a pesquisadora inseriu-se na rotina da turma, realizando observações sistemáticas e registros, com o propósito de identificar aspectos comportamentais, interações pedagógicas e elementos contextuais

relevantes ao processo investigativo. Além disso, o questionário diagnóstico foi aplicado presencialmente, visando identificar concepções prévias dos estudantes, seguindo os procedimentos: explicação dos objetivos; orientação quanto à importância do preenchimento adequado; e, autorização para o início das respostas.

Os questionários foram elaborados de forma a assegurar o anonimato dos participantes, não contendo campos de identificação nominal. As únicas informações pessoais solicitadas referiam-se ao gênero e à idade, utilizadas exclusivamente para caracterização do perfil dos respondentes, garantindo liberdade de expressão e confiabilidade das respostas.

É importante ressaltar que o questionário diagnóstico possuía 23 questões, no entanto, 10 foram excluídas da análise, tendo como justificativa os critérios metodológicos, analíticos e teóricos da pesquisa, garantindo maior consistência, validade e coerência dos dados interpretados. Elaboramos, inicialmente, um conjunto mais amplo de questões objetivando mapear diferentes dimensões do conhecimento prévio, das percepções e concepções dos estudantes acerca do que estava sendo investigado.

Todavia, na etapa de análise dos dados, verificamos que essa amplitude, no momento de elaboração das questões, não atendeu plenamente aos objetivos específicos da pesquisa, apresentando uma relação pouco expressiva com o foco analítico definido. Outras apresentaram um índice reduzido de resposta ou respostas incompletas ou inconsistentes, dificultando o processo de caracterização, categorização e interpretação. Por isso, a permanência dessas questões poderia comprometer a qualidade dos resultados obtidos. Dessa maneira, optamos por priorizar aquelas que apresentavam maior potencial analítico e interpretativo.

Já o questionário final, aplicado após a conclusão da SD, teve como intuito analisar possíveis contribuições da intervenção pedagógica nos processos de ensino e de aprendizagem. Assim como ocorreu com o questionário diagnóstico, neste também foi necessário realizar a remoção de algumas questões. Do total de 24 perguntas inicialmente propostas, 11 foram retiradas da análise. Essa decisão se deve ao fato de que algumas questões objetivas apresentavam relação direta com as que foram excluídas do questionário diagnóstico. Ainda em relação às questões discursivas, outras exclusões ocorreram devido à falta de resposta ou respostas vagas, inviabilizando uma análise consistente e criteriosa.

Foram analisados 24 questionários diagnósticos e 22 questionários finais, correspondente ao total de 24 presentes no momento de sua aplicação. Ressaltamos que essa variação de respondentes não comprometeu a coleta de dados, nem a interpretação e avaliação

da intervenção pedagógica, por se tratar de uma pesquisa qualitativa e pela participação expressiva de estudantes ao longo do desenvolvimento da SD.

Em relação à SD, seu planejamento e desenvolvimento ocorreram à luz da abordagem CTSA alinhada às tendências pedagógicas: didática complexa e transdisciplinar, auto-heteroecoformação e ecopedagogia. Buscamos permear, de modo integrado e complementar, os pressupostos dessas tendências em todas as etapas da SD com a finalidade de orientar, tanto a seleção dos conteúdos, quanto a organização das atividades e estratégias didático-pedagógicas.

A SD foi estruturada em quatro momentos didáticos que ocorreram uma vez por semana, ao longo de quatro semanas do mês de setembro de 2025. Cada momento didático teve duração de 1 hora e 40 minutos pois, na escola parceira, semanalmente eram ministradas duas aulas de Química que ocorriam em horários consecutivos, tendo 50 minutos cada. A organização da SD e o planejamento dos momentos didáticos estão apresentados na Figura 4.

Figura 4. Organização da sequência didática



Fonte: Autoria própria. Imagem produzida por OpenAI (2024).

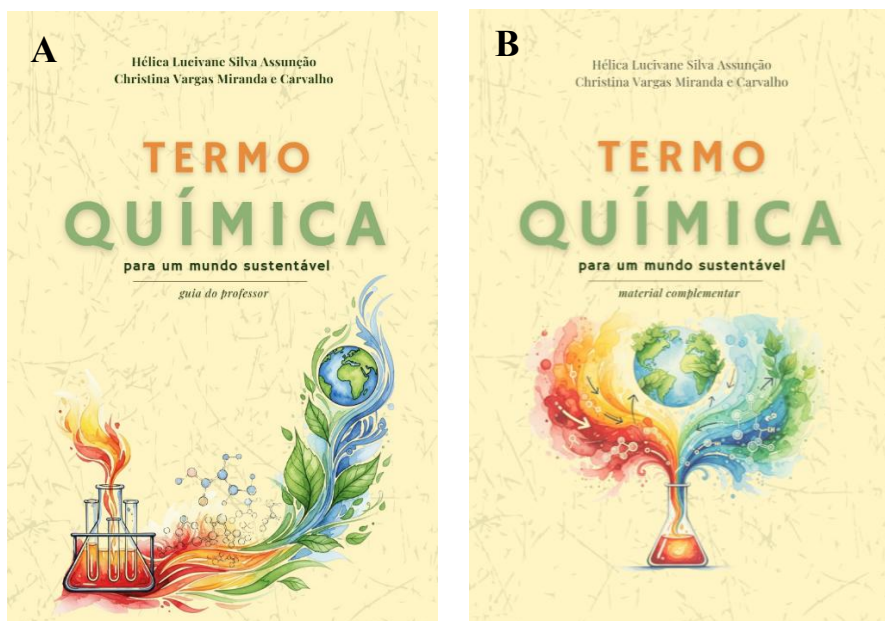
Os dados obtidos pelos questionários e pelos registros no diário de campo das observações realizadas foram analisados a partir de quatro dimensões que emergiram da descrição e interpretação dos fenômenos vivenciados. Assim, os resultados da pesquisa e as discussões pautadas nos fundamentos teóricos adotados estão apresentados a seguir.

4.3 Resultados e Discussão

Antes de iniciarmos esta seção, consideramos pertinente apresentar os desdobramentos desta pesquisa que resultaram na elaboração de dois produtos educacionais. O primeiro consiste em um guia didático intitulado “Termoquímica para um mundo sustentável – guia do professor” (Figura 5A), o qual sistematiza, de maneira detalhada, todas as etapas da intervenção pedagógica realizada. O material apresenta os objetivos de aprendizagem, os fundamentos teórico-metodológicos que embasam a sequência didática, a descrição das atividades, os recursos didáticos sugeridos, as estratégias de mediação docente e os instrumentos de avaliação. Além disso, o guia foi concebido de modo a possibilitar adaptações a diferentes contextos educacionais, respeitando as especificidades institucionais e o perfil dos estudantes.

O segundo produto educacional é um material didático intitulado “Termoquímica para um mundo sustentável – material complementar” (Figura 5B), elaborado, principalmente, para subsidiar o acompanhamento dos estudantes durante o desenvolvimento das aulas e favorecer a compreensão das situações de ensino propostas na sequência didática. Trata-se, portanto, de um material complementar ao primeiro PE, organizado com linguagem acessível, atividades orientadoras, textos de apoio, propostas reflexivas e espaços para registros, visando promover maior autonomia e engajamento discente.

Figura 5. Capa dos produtos educacionais elaborados “Termoquímica para um mundo sustentável”. Em (A) o guia do professor; e em (B), o material complementar para estudantes



Fonte: Autoria própria.

Todo o detalhamento referente à SD encontra-se no guia do professor, que constitui o principal documento orientador da proposta. Ambos os produtos educacionais estarão disponíveis no repositório institucional do IFGoiano, bem como no portal eduCAPES, ampliando o acesso e a possibilidade de utilização por outros docentes e pesquisadores interessados na temática.

A seguir, apresentamos primeiramente como resultados, a descrição de todas as atividades que fizeram parte de cada momento didático da SD. Em seguida, organizamos a análise descritiva e interpretativa dos resultados em quatro dimensões, que foram: (i) Concepções iniciais e problematização da Termoquímica; (ii) Experimentação, protagonismo discente e abordagem CTSA; (iii) Discussão, aprofundamento conceitual e limites da abordagem CTSA; e, (iv) Sistematização, colaboração e avaliação da aprendizagem

4.3.1 A sequência didática

No primeiro momento didático, aulas 1 e 2, a professora/pesquisadora aplicou o questionário diagnóstico e, após isso realizou uma introdução com o tema “Energia e Transformações da Matéria sob a perspectiva CTSA” (aulas 1 e 2), iniciando com o seguinte questionamento: “Você consegue identificar a química e os conceitos dela no dia a dia?”. Foi de suma importância situar os estudantes acerca da presença da Química em episódios rotineiros que envolvem a química e já relacioná-los aos conceitos termoquímicos, seus vestígios e aplicações no cotidiano, identificando assim, alguns conhecimentos prévios dos estudantes

Após esse questionamento e problematização de questões sociais e ambientais que envolvem aspectos energéticos, foi entregue aos estudantes o material didático (Figura 5B) impresso, sendo explicado seu objetivo junto às aulas que seriam ministradas (Figura 6). O material permitiu ao longo de toda SD, a visualização de imagens, a realização de atividades e o acompanhamento de outras situações de ensino que estavam no diálogo entre professora/pesquisadora e estudantes, promovendo maior compreensão sobre o tema.

Figura 6. Produto Educacional que foi entregue aos estudantes no primeiro momento didático da SD. Em (A) o momento da entrega; em (B), (C) e (D) utilização do material em diferentes momentos da SD



Fonte: Arquivo das autoras.

Como a SD envolveu estudantes da 2ª série da Educação Básica, foi imprescindível explicitar aspectos conteudistas relevantes para o conhecimento específico da Química, como: variação de entalpia das reações química; equações termoquímicas; gráficos de variação de entalpia; estados físicos e entalpia; entalpia-padrão de formação; entalpia de ligação; cálculo da variação de entalpia; lei de Hess; entre outros. Por outro lado, visando um estudo mais humano/social/ambiental, a professora/pesquisadora articulou o conhecimento específico da Termoquímica às questões sociais e ambientais em busca de promover alfabetização científica, interdisciplinaridade, criticidade, exercício da cidadania, autonomia etc.

O significado da palavra “termoquímica” foi analisado detalhadamente e a diferença entre calor e temperatura, sempre fazendo alusão ao cotidiano dos estudantes para que eles se sentissem mais próximos dos conceitos científicos como, por exemplo, as sensações de frio e calor, o ato de cozinhar ou até mesmo de aumentar ou abaixar a temperatura do ar-condicionado.

Esse momento didático centrou-se em abordar aspectos energéticos e as transformações da matéria numa visão CTSA pautados nas tendências pedagógicas já mencionadas. A interdisciplinaridade esteve presente na tentativa de articular conceitos da Química, Física e Biologia por meio de uma dinâmica com imagens que se encontram nos dois PE, nas quais os estudantes foram desafiados a identificar elementos de diferentes áreas do conhecimento, reconhecendo a natureza integrada dos fenômenos energéticos. ade

A dinâmica foi organizada em grupos de pelo menos cinco estudantes, sendo entregues duas imagens para cada um. A partir delas, eles deveriam relacionar e identificar a Química, a Biologia e a Física presente nos diferentes contextos que poderiam ou não estar relacionados ao cotidiano deles, além de também associar as imagens à Termoquímica.

Sob a ótica da Didática Complexa e Transdisciplinar, a aula foi planejada visando superar a fragmentação dos saberes, promovendo conexões entre conceitos científicos, aspectos humanísticos e problemáticas sociais e ambientais. A auto-hetero-ecoformação manifestou-se ao incentivar a participação ativa dos estudantes, o diálogo coletivo e a reflexão sobre o papel do sujeito na construção do conhecimento. Já a ecopedagogia esteve presente ao problematizar as implicações ambientais das transformações energéticas, favorecendo uma leitura crítica da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Após essa dinâmica foram trabalhados os seguintes conceitos específicos: níveis de representação (macroscópico, microscópico e simbólico), reações exotérmicas e endotérmicas; entalpia de reação; tipos de sistema e vizinhança. Para encerrar a primeira parte da SD, foi realizada uma síntese do que foi trabalhado, sendo disponibilizado um exercício como tarefa para casa. Também foi fornecido um texto sobre energia verde e biomassa da cana-de-açúcar que deveria ser lido pelos estudantes, visando discussões pertinentes para o momento seguinte da SD.

O segundo momento didático, aulas 3 e 4, consistiu na abordagem da “Termoquímica no cotidiano: experimentação e análise crítica” tendo, portanto, a prática como estratégia pedagógica, buscando tornar o estudante ativo e protagonista do processo de aprendizagem. A realização da atividade experimental teve como intuito promover a articulação entre teoria e prática, envolvendo a combustão do etanol e da biomassa do bagaço de cana-de-açúcar.

No contexto do enfoque CTSA, a aula experimental centrava-se em envolver a **ciência** a partir do estudo de reações exotérmicas (combustão) e cálculo do calor liberado, a **tecnologia** com o uso do bagaço para gerar energia térmica e elétrica, a **sociedade** frente aos impactos econômicos da indústria, o **ambiente** via reutilização de resíduos para diminuir o uso de combustíveis fósseis. Ademais, buscou-se contemplar a alfabetização científica, partindo da compreensão crítica de como a energia é produzida e seus impactos no planeta.

Dessarte, a evidência da interdisciplinaridade seu deu ao integrar os conhecimentos químicos, físicos e biológicos, bem como aspectos econômicos e sociais relacionados ao uso de resíduos agroindustriais. A Didática Complexa e Transdisciplinar orientou a contextualização do experimento, precedida por discussões sobre o texto, que deveria estar

previamente lido pelos estudantes, permitindo a compreensão do fenômeno experimental como parte de um sistema que vai além do estudado na Educação Básica.

Antes de adentrar ao Laboratório de Ensino de Química, os estudantes tiveram uma dinâmica pela plataforma digital interativa *Mentimeter* formando uma “nuvem de palavras” na qual a auto-hetero-ecoformação foi estimulada, quando eles expressaram suas percepções individuais e coletivas acerca da Termoquímica no cotidiano. Sob outra via, a ecopedagogia manifestou-se ao problematizar questões relacionadas à sustentabilidade, ao uso de fontes renováveis de energia e à responsabilidade socioambiental associadas às questões energéticas. Ao final do experimento, os estudantes foram orientados a responder uma atividade pós-aula prática como uma espécie de relatório para socializar e discutir os resultados de cada grupo no próximo momento da SD.

O terceiro momento didático, aulas 5 e 6, foi iniciado com a projeção da nuvem de palavras que foi formada na dinâmica da aula anterior. Os resultados da aula prática foram discutidos entre e com os estudantes, relacionando também as questões da atividade pós-laboratório. Os estudantes assistiram um vídeo, com duração de aproximadamente 2 minutos, sobre a biomassa de cana-de-açúcar e sua transformação em energia elétrica, que foi a temática da aula prática. O *link* de acesso ao vídeo encontra-se inserido no âmbito dos PE resultantes deste estudo.

O intuito dessa mediação no que concerne à interdisciplinaridade era permitir que os estudantes identificassem conceitos das ciências da natureza presentes nos processos industriais apresentados no vídeo, semelhante ao que foi realizado em laboratório por eles, bem como suas implicações tecnológicas e ambientais. Além disso, a professora/pesquisadora indagou os estudantes sobre o envolvimento da abordagem CTSA, alinhando o diálogo aos setores e processos políticos e econômicos, bem como outros assuntos pertinentes, como economia e sustentabilidade.

Esse momento didático, possivelmente, foi o que prevaleceu o aspecto conteudista, pois consistiu na análise crítica e no detalhamento conceitual da Termoquímica, visando conceituar e exemplificar a calorimetria, entalpia padrão de formação e combustão, energia de ligação e Lei de Hess. Nele, as discussões foram aprofundadas, partindo especialmente da análise dos resultados da prática experimental, da exibição do vídeo e da leitura acompanhada do PE “Termoquímica para um mundo sustentável – material complementar”, como material de apoio ao estudo e à reflexão.

Acerca da organização desse momento didático, a Didática Complexa e Transdisciplinar alinhou a compreensão dos conceitos de Termoquímica em articulação com situações reais, promovendo uma visão holística dos fenômenos relacionados. A auto-hetero-ecoformação se fez em evidência a partir de reflexão, discussão coletiva, nas quais os estudantes eram orientados a compartilhar interpretações, questionamentos e aprendizados, especialmente quando as questões sociais e ambientais eram mencionadas. Para mais, a ecopedagogia esteve presente quando a professora/pesquisadora oportunizava e incentivava reflexões críticas a respeito da utilização de recursos naturais e os impactos ambientais ocasionados pelas transformações energéticas.

O quarto momento didático, aulas 7 e 8, consistiu na avaliação e socialização de saberes. Buscamos sistematizar os conhecimentos construídos ao longo da SD e para avaliar o aprendizado numa esfera geral, foi proposto um jogo intitulado “quebra-cabeça das equações termoquímicas”. Ao integrar cálculos de entalpia, identificação de reações exotérmicas e endotérmicas e análise conceitual, buscamos com o jogo, articular diferentes dimensões do conhecimento químico ao cotidiano, favorecendo a interdisciplinaridade de maneira moderada, já que os conceitos da Química foram centrais neste momento.

Divididos em grupos com 4 ou 5 pessoas, os estudantes receberam, de maneira embaralhada, algumas peças em formato quadrado contendo fórmulas de substâncias, números que representavam coeficientes estequiométricos, seta e valores de energia. Junto com as peças do quebra-cabeça foi disponibilizada uma tabela com os valores de energia padrão de formação de cada uma das substâncias, sendo necessária consultá-la no momento do jogo. O quebra-cabeça envolvia a representação de uma reação química, o balanceamento da equação, o cálculo da variação de entalpia da reação, para então conseguir montar a equação termoquímica e determinar se a reação era exotérmica ou endotérmica. Após a montagem do quebra-cabeça cada grupo socializou suas respostas com os demais e demonstrou na lousa, qual foi a equação termoquímica e se a reação liberava ou absorvia calor.

Nessa atividade, a Didática Complexa e Transdisciplinar esteve presente quando o trabalho em equipe foi estimulado para solucionar o que foi proposto, ou seja, na resolução colaborativa de problemas e na troca de saberes entre os estudantes. A auto-hetero-ecoformação se revelou a partir da construção coletiva do conhecimento, no diálogo e na reflexão deles sobre o próprio processo de aprendizagem. Por fim, a ecopedagogia se manifestou quando houve retomada de discussões com vistas à sustentabilidade e à responsabilidade socioambiental, a fim de consolidar uma postura crítica, cidadã e ético-planetária entre os estudantes.

Para encerrar a SD o questionário final foi aplicado com o intuito de identificar possíveis contribuições nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como avaliar os métodos utilizados na intervenção pedagógica.

4.3.2 Concepções iniciais e problematização da Termoquímica

Aplicar o questionário diagnóstico não só possibilitou a identificação de concepções prévias dos estudantes, bem como o perfil da turma e o nível de relação com a Química. Sobre as ciências da natureza e suas componentes curriculares, 3 estudantes (12,5%) gostam um pouco dessa área do conhecimento devido à presença das componentes curriculares Física e Química, ou seja, tem afinidade maior com a Biologia. Estudos que observam e discutem acerca de atitudes, motivação e percepção de relevância dos conteúdos científicos por parte dos educandos, revelam que essa preferência não é aleatória, mas resultado de um conjunto de aspectos cognitivos, afetivos, pedagógicos e culturais (Mariano *et al.*, 2021; Santana Júnior; Farias, 2024; Fin; Carvalho; Moreno-Murcia, 2026).

Um dos principais motivos apontados como cerne da questão nas pesquisas acadêmicas é a forte conexão da Biologia com o cotidiano dos estudantes. Assuntos relacionados ao corpo humano, à saúde, ao meio ambiente, à biodiversidade e à evolução são percebidos como mais próximos do contexto real e isso aumenta o interesse, a participação ativa e o engajamento dos discentes.

De forma semelhante, Quadros *et al.* (2010) indicam que há uma tendência em valorizar componentes curriculares cujos conteúdos relacionam-se diretamente à realidade vivida, por fazer sentido na vida pessoal e social dos educandos. Um outro aspecto relevante diz respeito à percepção de maiores dificuldades no que concerne à abstração da Física e da Química, principalmente por envolverem fórmulas de maneira constante. Binder, Schmiemann e Theyssen (2019) revelam que a Biologia é frequentemente percebida como menos abstrata e menos dependente de formalismos matemáticos.

Chang e Menke (2022) constataram que estudantes apresentam atitudes mais positivas em relação à Biologia pela facilidade em associá-la a situações concretas e visualizáveis, enquanto a Química, costuma ser vista como excessivamente abstrata, difícil e carregada de cálculos. Resultados semelhantes são apresentados por Sevil (2021), que aponta baixo interesse pela Física e pela Química devido à complexidade conceitual e ao uso intensivo da matemática.

Acerca da aprendizagem dos conceitos de Química, 16 estudantes (66,66%) mencionaram ter dificuldades e não terem muita afinidade por ela devido aos conteúdos

abstratos que não têm relação com a prática, compreensão da linguagem Química, envolvimento com cálculos e fórmulas e memorização de nomes e regras.

Quando questionados sobre a abordagem CTS/CTSA, 18 estudantes (75%) afirmaram não ter ideia do que se trata e isso foi um importante subsídio para o desenvolvimento da SD. Para 13 estudantes (54,16%) é importante que as ciências da natureza, sobretudo a Química e seus conceitos, ensejem uma formação mais humanística na qual as relações e interações se associem aos conceitos técnicos e abstratos. Esse viés poderia facilitar a mediação do professor, a contextualização, a assimilação e a aprendizagem rompendo com a complexidade relacionada à abstração dos conceitos.

Ao solicitar aos estudantes sugestões acerca das estratégias de ensino que consideram mais atrativas, 22 deles (91,66%) manifestaram preferência por atividades práticas nas aulas de Química. Isso pode se relacionar ao fato de que essas aulas possibilitam experiências concretas, dinâmicas e diretamente vinculadas ao processo de construção do conhecimento, contribuindo para a superação das limitações inerentes a uma abordagem exclusivamente teórica.

Um aspecto que justifica essa preferência aponta as práticas experimentais como facilitadoras da compreensão de conceitos químicos por relacionarem teoria e prática, tornando a aprendizagem mais eficaz. Um estudo realizado com estudantes de uma escola da Paraíba, 94% deles afirmaram desejar mais aulas práticas porque essas atividades são muito atrativas quando comparadas à explicação teórica, indicando clara preferência por esse tipo de aprendizagem experimental em Química (Sousa; Ferreira, 2017).

Ainda que haja desafios como falta de laboratórios ou materiais adequados em muitas escolas, as pesquisas reconhecem que quando práticas experimentais fazem parte da metodologia proposta pelo docente, mesmo que com materiais alternativos ou de baixo custo, há aumento do interesse estudantil e melhor assimilação dos conteúdos referentes à Química (Sousa *et al.*, 2022). Ilha, Jalowski e Piovezan (2025) destacam que a utilização de materiais de baixo custo surge como uma solução promissora para execução de atividades experimentais, por se tratar de uma metodologia que permite que os alunos participem ativamente do processo de construção do conhecimento. Assim, independente dos materiais utilizados, a execução de aulas práticas instiga os estudantes despertando curiosidade, incentivando o trabalho cooperativo, a autonomia e o protagonismo.

O questionamento “Você consegue identificar a Química e seus conceitos no dia a dia?” realizado na primeira aula, representa um momento de problematização inicial que caminha em consonância com a pedagogia de Paulo Freire. Para ele (Freire, 1996), o diálogo é condição

indispensável na construção do conhecimento e na efetivação da aprendizagem, pois permite partir da realidade concreta dos educandos e de seus saberes prévios, reconhecendo a contextualização como ponto de partida.

Essa estratégia contribuiu para aproximar os conceitos científicos da realidade vivenciada pelos alunos, favorecendo maior engajamento e compreensão inicial dos conteúdos. A partir disso, identificar as percepções dos estudantes constituiu um movimento de autoformação, ao estimular a autorreflexão acerca de suas próprias concepções e de heteroformação, ao promover o diálogo coletivo.

O objetivo da sequência didática, fundamentado na abordagem CTSA e articulado às tendências da Didática Complexa e Transdisciplinar, da auto-hetero-ecoformação e da ecopedagogia, evidencia uma intencionalidade pedagógica alinhada ao pensamento complexo de Edgar Morin. Para Morin (2015), o conhecimento não deve ser fragmentado, mas contextualizado e integrado, considerando a inseparabilidade entre sujeito, sociedade e natureza.

Apresentar concomitantemente os conteúdos específicos de Termoquímica e os eixos formativos de natureza humana, social e ambiental reforçou uma proposta de formação integral. Gadotti (2000) defende que isso é compreender a educação como processo articulador do conhecimento científico, da consciência ética e do compromisso socioambiental. Tal conceitualização dialoga com Nóvoa (1992) ao valorizar que práticas formativas superadoras da compartimentalização do saber promovem a autonomia e a criticidade dos estudantes.

A discussão referente ao calor, temperatura e aspectos termoquímicos, alinhada às situações cotidianas, promove, de certo modo, a alfabetização científica desses estudantes e contribui para ressignificar o objeto do conhecimento. Auler e Delizocov (2006) afirmam que a contextualização é elemento central para que o ensino de Ciências cumpra sua função social, permitindo que os estudantes compreendam os fenômenos científicos como parte de sua realidade.

A dinâmica das imagens (Figura 7) promoveu avanços significativos na compreensão interdisciplinar dos fenômenos energéticos referentes à Termoquímica. A análise das imagens evidenciou sensibilidade socioambiental e capacidade de articulação entre Química, Física, Biologia, juntamente com as questões sociais. Este resultado dialoga diretamente com a ecopedagogia (Gadotti, 2000) ao instigar uma leitura crítica do mundo e das relações entre desenvolvimento, ambiente, justiça ética e social.

Figura 7. Dinâmica das imagens realizada no primeiro momento didático da SD



Fonte: Arquivo das autoras.

Além disso, a necessidade de mediação docente para ampliar a percepção dos estudantes nessa dinâmica e em alguns contextos, indica que o processo de construção do conhecimento é gradual e relacional, corroborando com a ideia de Morin (2015) de que o conhecimento é adquirido em meio à incerteza, ao erro e à reconstrução contínua dos saberes, ligando-os e religando-os de modo constante.

4.3.3 Experimentação, protagonismo discente e abordagem CTSA

A atividade experimental (Figura 8) reforçou a centralidade permeada pela didática complexa, ao compreender a experimentação como espaço de investigação, reflexão e tomada de decisão, e não apenas como verificação de conceitos previamente apresentados. Conforme Delizoicov e Angotti (1994), articular a experimentação com problemas reais, contribui para a promoção de significados, bem como para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes.

Figura 8. Atividade experimental realizada no segundo momento didático da SD



Fonte: Arquivo das autoras.

Identificar a escolha da biomassa da cana-de-açúcar para a produção de energia permitiu integrar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, evidenciando as múltiplas dimensões envolvidas neste processo. Essa articulação dialoga com Auler e Bazzo (2001), que defendem a abordagem CTSA como comprometimento com a formação cidadã e com a compreensão dos impactos sociais e tecnológicos das escolhas científicas.

Apresentar a amostra de biomassa e utilizar-se de recursos visuais contribuiu para aproximar os estudantes do objeto de estudo, fortalecendo a relação entre teoria e prática. A dinâmica da nuvem de palavras, por sua vez, favoreceu a participação ativa e o engajamento

Figura 9. Dinâmica da nuvem de palavras realizada no terceiro momento didático da SD



A Figura 10 apresenta a nuvem de palavras obtida a partir da dinâmica realizada anteriormente à entrada dos estudantes no laboratório, evidenciando a frequência de repetição dos termos associados à Termoquímica e ao cotidiano.

Figura 10. Dinâmica da nuvem de palavras realizada no terceiro momento didático da SD



122

A respeito do texto entregue para leitura prévia, ao serem questionados se realizaram a leitura integral, apenas três estudantes indicaram resposta positiva, no entanto, embora apenas uma parcela deles tivesse realmente lido, a discussão ocorreu de forma satisfatória, evidenciando que o diálogo mediado, permite a construção coletiva de significados, ainda que diante da baixa adesão à leitura individual.

Durante a realização da atividade prática, os estudantes demonstraram elevado engajamento e participação, mas houve resistência em relação à leitura do procedimento experimental e isso revelou limitação no desenvolvimento da autoformação, indicando fragilidades nos hábitos de estudo e na autonomia discente. Além disso, apenas três estudantes apresentaram respostas às questões que se encontravam ao final do roteiro experimental. Esse aspecto se evidenciou como desafio recorrente no contexto escolar contemporâneo.

Os aspectos observados durante a atividade prática evidenciaram a importância do protagonismo estudantil no ensino de Ciências, sobretudo na Química e, particularmente, quando se busca o favorecimento de uma aprendizagem que (re)significa os fenômenos. O envolvimento e entusiasmo demonstrados pelos estudantes sinaliza a potencialidade da experimentação como metodologia investigativa que promove a participação ativa dos educandos. No entanto, a resistência à leitura e a baixa adesão às questões propostas apontam que esse protagonismo não se efetiva apenas pela execução de atividades, mas necessita do desenvolvimento da autonomia intelectual, autorregulação e responsabilidade pelo próprio processo formativo.

Conforme aponta Nóvoa (2017), é necessário repensar práticas pedagógicas que incentivem o estudante a adquirir mais responsabilidade no processo de aprendizagem. Assim, é de extrema valia que o docente leia junto com os estudantes e de modo coletivo, os textos disponibilizados antes, durante e após a aula, bem como todo e qualquer material que envolva leitura, compreensão, diálogo e respostas, sempre orientando-os a respeito da importância em adquirir conhecimento por meio da autonomia.

Nesse sentido, fomentar o protagonismo implica criar condições pedagógicas que estimulem à leitura crítica, à problematização, à tomada de decisões assertivas e à reflexão sistemática, de modo que os estudantes deixem de ocupar uma posição predominantemente executora e passem a assumir um papel ativo na construção do conhecimento científico.

4.3.4 Discussão, aprofundamento conceitual e limites da abordagem CTSA

A discussão dos resultados da aula prática e da nuvem de palavras permitiu identificar percepções consolidadas sobre a Termoquímica e seus conceitos, bem como limites relacionados as atividades extraclasse. Os estudantes demonstraram maior engajamento em atividades realizadas em sala de aula, especialmente dinâmicas e práticas coletivas, enquanto atividades extraclasse apresentaram baixa adesão, reforçando uma cultura escolar fortemente orientada pela avaliação, na qual o conhecimento tende a ser instrumentalizado em função da obtenção de notas.

Esse comportamento evidenciou que, embora a turma fosse participativa e demonstrasse interesse durante as aulas, havia pouca disposição para atividades que exigissem estudo autônomo fora do ambiente escolar. Tal constatação aponta para um desafio recorrente no contexto educacional, relacionado à construção da responsabilidade discente e à valorização do aprendizado para além da obtenção de notas.

Essa atitude inferiu uma certa tensão entre a proposta formativa crítica da abordagem CTSA e as estruturas avaliativas tradicionais. Freire (1996), tece críticas ao ensino puramente tradicional, apontando-o como uma prática educativa bancária que reduz o conhecimento a números que indicam aprovação ou reprovação. Tal cenário é preocupante, pois também impõe desafios à ecopedagogia, que deve envolver uma visão ética e o compromisso com questões socioambientais pelos próprios discentes.

Foi possível evidenciar a partir do questionário diagnóstico, o costume desses estudantes pelo ensino tradicional já que a melhor forma de avaliação para eles é a somativa que deveria ser centrada em provas, participação, caderno e trabalhos. Nesse sentido, a questão era discursiva e eles obtinham a oportunidade de sugerir qualquer método construtivo, democrático, crítico, coletivo, reflexivo e emancipador de avaliação formativa, como, por exemplo, aulas investigativas, projetos, rodas de diálogo, passeios, jogos, debates, júri simulado dentre outros, porém nada disso foi citado.

Esse fato aponta para um desconhecimento em relação a outros método de avaliação. Também pode sinalizar a predominância de uma abordagem conteudista que indica a permanência de tendências tradicionais de ensino, em contraste com pressupostos defendidos pela perspectiva CTSA.

A avaliação formativa deve compreender processos contínuos e sistemáticos de acompanhamento da aprendizagem. Seu objetivo principal é subsidiar intervenções pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento integral do estudante, e não apenas a atribuição

de notas. Nessa perspectiva, a avaliação ocorre ao longo de todo o processo educativo, nesse caso na SD, permitindo com que o professor identifique dificuldades, repense suas práticas pedagógicas e promova *feedbacks* que auxiliem o estudante a compreender seus avanços e desafios.

Conforme destaca Luckesi (2011), avaliar envolve um ato pedagógico que está a serviço da aprendizagem e assume dois caráteres, um diagnóstico e outro inclusivo. De modo semelhante, Perrenoud (1999) enfatiza que a avaliação formativa favorece a regulação das aprendizagens, na medida em que possibilita ao estudante assumir maior responsabilidade, adquirindo autonomia e consciência crítica sobre o próprio aprender.

O uso do vídeo sobre a geração de energia elétrica por meio da biomassa possibilitou aprofundar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente, política e economia, reforçando a perspectiva transdisciplinar. No entanto, o maior interesse dos estudantes pelos conteúdos específicos que geralmente são cobrados em avaliações somativas revelou limites estruturais para a consolidação de uma formação crítica e cidadã no contexto educacional analisado.

4.3.5 Sistematização, colaboração e avaliação da aprendizagem

A aplicação do jogo “Quebra-cabeça das equações termoquímicas” (Figura 11) permitiu-nos observar o potencial de atividades lúdicas e realizadas em grupo em proporcionar uma aprendizagem mais efetiva. O jogo gerou elevado engajamento e promoveu importantes discussões, evidenciando a compreensão dos conceitos trabalhados ao longo da SD.

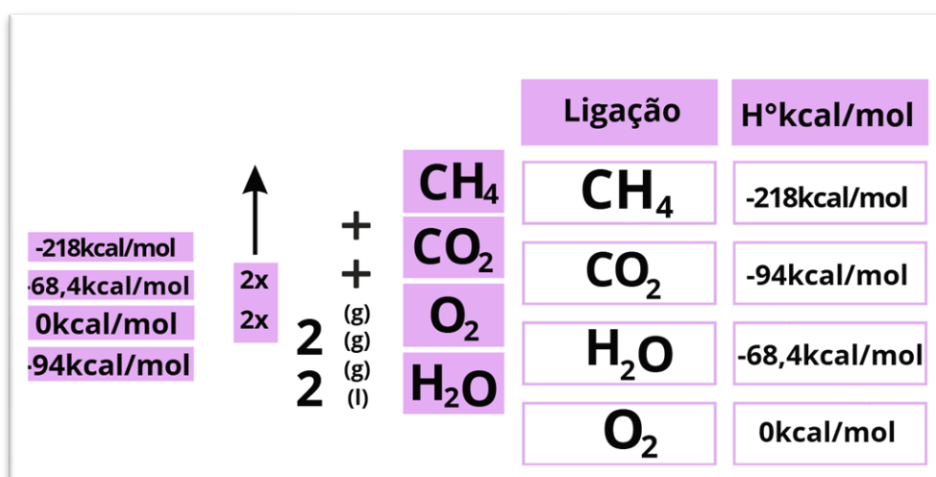
Figura 11. Aplicação do “Quebra-cabeça das equações termoquímicas” durante o quarto momento didático da SD



Fonte: Arquivo das autoras.

O envolvimento dos estudantes e a consistência das discussões realizadas durante o jogo convergem com as concepções de Delizoicov e Angotti (1994) e Freire (1996), ao defenderem metodologias mais atrativas e dialógicas como estratégias para promover o protagonismo discente. Na Figura 12 encontra-se as peças de um dos cinco “quebra-cabeças” que foram entregues aos grupos de estudantes. No produto educacional elaborado como guia didático, esse material está disponível para impressão, sendo também disponibilizadas as respostas.

Figura 12. Peças de um dos quebra-cabeça que foi montado no quarto momento didático da SD



Fonte: Arquivo das autoras.

Essa etapa também evidenciou os processos de autoformação e heteroformação, ao valorizar a troca de saberes entre eles e ao exigir a mobilização autônoma dos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas anteriores para a resolução dos desafios propostos. A compreensão dos fundamentos da Termoquímica, confirmada pelas respostas ao questionário final, indica que a articulação entre CTSA e as tendências pedagógicas contribuiu significativamente para uma aprendizagem mais contextualizada.

De forma objetiva, 18 estudantes (81,82%) indicaram que a SD contribuiu positivamente para o seu processo de aprendizagem, especialmente em razão da diversidade de abordagens adotadas ao longo de suas etapas. Contudo, apenas nove relataram ter desenvolvido mais afinidade com a Química e 8 deles (33,33%) afirmaram que, mesmo depois da intervenção pedagógica, não agradam dessa componente curricular.

No que se refere à compreensão da abordagem CTSA, 12 estudantes (54,54%) afirmaram compreender o seu significado e alegam ter conhecimento acerca das possibilidades e responsabilidades de ações e práticas cotidianas que colaboram com a sustentabilidade, enquanto 9 (40,9%) relataram que persistiam com dúvidas a respeito dessa abordagem.

Ao serem instigados a avaliar seu envolvimento e participação nas etapas que sucedem a SD, apenas 10 estudantes (45,45%) apontaram um bom comprometimento na construção do seu aprendizado. Observou-se que atividades dinâmicas, colaborativas e contextualizadas foram significativamente mais bem recebidas por eles do que tarefas e atividades para casa, além de favorecerem a troca de saberes e o protagonismo.

As discussões realizadas durante o jogo indicaram que a maior parte dos estudantes compreendeu os fundamentos da Termoquímica, fato observado pelas respostas apresentadas no questionário final, no qual os estudantes reconheceram a relevância da SD para sua aprendizagem, especialmente em função da diversidade de abordagens utilizadas.

Embora a proposta pedagógica tenha possibilitado momentos de envolvimento e interação, algumas situações revelaram limites no modo como os estudantes se posicionaram diante de atividades que exigiam maior participação ativa. As dificuldades observadas no trabalho em equipe, na elaboração de soluções para problemas reais e na construção de argumentos durante as discussões, não devem ser compreendidas apenas como lacunas individuais, mas como indícios de um percurso formativo historicamente marcado por práticas pedagógicas centradas na transmissão de objetos do conhecimento.

Quando o ensino se estrutura predominantemente em torno da exposição e da reprodução de conteúdos, reduz-se o espaço para o diálogo, para a problematização e para o exercício da autonomia intelectual. Nesse contexto, a participação, a colaboração e a argumentação deixam de ser competências desenvolvidas cotidianamente e passam a aparecer como desafios quando os estudantes são convidados a assumir um papel mais ativo no processo de aprendizagem.

Diante desse cenário, torna-se pertinente refletir sobre a necessidade de ampliar e fortalecer espaços pedagógicos que favoreçam o protagonismo estudantil e a construção coletiva do conhecimento. Tal movimento implica repensar intencionalmente as práticas educativas, incorporando de maneira sistêmica estratégias pedagógicas que estimulem a participação, a reflexão e a corresponsabilidade dos estudantes no processo formativo. Mais do que inserir atividades pontuais, trata-se de construir um ambiente de aprendizagem em que o diálogo, a cooperação e a problematização sejam elementos estruturantes.

Nesse sentido, a mediação docente assume papel fundamental, ao criar situações didáticas que orientem o trabalho coletivo por meio de papéis definidos, critérios transparentes e momentos de socialização que valorizem a escuta e a argumentação. Ao favorecer gradualmente experiências colaborativas e reflexivas, o processo educativo pode contribuir para

o fortalecimento da autonomia dos estudantes e para o desenvolvimento de uma aprendizagem mais crítica, participativa e significativa.

Sobretudo, a utilização da avaliação formativa por parte do docente que traz feedbacks contínuos, também favorece o desenvolvimento da autonomia, porque corrobora com o reconhecimento discente de seus avanços e dificuldades, onde eles assumem maior responsabilidade pelo próprio saber.

Os dados a partir do questionário final também indicam que a principal demanda solicitada pelos estudantes é centrada na realização de uma quantidade maior de aulas práticas, por serem mais ativas e empíricas. Paralelamente, observa-se um número significativo de respostas que não sugerem mudanças, interpretado como sendo um indicativo de satisfação com a organização e planejamento da SD.

De modo geral, os resultados demonstram que a sequência didática fundamentada na Didática Complexa e Transdisciplinar, na auto-hetero-ecoformação e na ecopedagogia, apresentou potencial para ressignificar o ensino de Termoquímica, ainda que enfrente limites impostos por práticas avaliativas tradicionais e por uma cultura escolar centrada na nota. Esses achados reforçam a necessidade de políticas e práticas pedagógicas que valorizem o conhecimento como instrumento de emancipação e formação cidadã.

Amaral (2025) afirma que favorecer o pensamento químico crítico e transformador, pautado em uma visão contra-hegemônica e ampliada de mundo, enfrenta e corrompe com ideias e posições que favorecem a desinformação e a desigualdade. Segundo a autora, para que isso ocorra é necessário defender um olhar plural, multifacetado e socialmente articulado da química, para contribuir com a ampliação da compreensão sobre o conhecimento químico, subsidiar a expansão dos seus objetos de ensino e fortalecer uma ideia de educação química humanizadora e transformadora.

4.4 Considerações Finais

A aplicação da sequência didática fundamentada na abordagem CTSA e sustentada por tendências pedagógicas contemporâneas, demonstrou uma estratégia pedagógica apropriada para ressignificar a Química como componente curricular historicamente marcada pela abstração e ênfase excessiva em cálculos e questões abstratas. Os resultados apresentados indicam que a organização do ensino, a partir de situações de estudo, quando ocorrem de maneira contextualizada, favorece a aproximação entre as ciências e a realidade dos estudantes,

seno o professor o mediador de processos formativos com maior criticidade, reflexão e comprometimento social com o mundo.

A respeito das estratégias utilizadas, as que se mostraram mais eficazes envolveram a articulação da experimentação, análise de imagens, dinâmicas colaborativas, trabalho em equipe e problematizações do cotidiano. Nesse sentido, é recomendável que o professor amplie o uso de práticas investigativas e experimentais de baixo custo, integradas a debates orientados, de modo a favorecer a interdisciplinaridade e a construção coletiva do conhecimento. Essa recomendação pauta-se no reconhecimento da carência de estrutura e materiais adequados em grande parte das escolas brasileiras, onde fazer o uso de materiais alternativos é a melhor opção.

Dessarte, utilizar de situações-problema relacionadas à Termoquímica contribuiu para que os estudantes compreendessem os conceitos específicos como um saber vivo que está inserido em contextos reais e relevantes. Por outro lado, as dificuldades percebidas, especialmente no que se refere à baixa adesão às atividades extraclasse e à resistência a leitura, indicam a necessidade de repensar a organização do tempo pedagógico e as estratégias de avaliação.

A partir das características da turma público-alvo, foi facilmente perceptível que apenas um método de avaliação não seria eficaz para o formato de planejamento pedagógico que a SD foi estruturada. Por isso, aconselha-se aos docentes a adoção de pelo menos dois tipos de avaliação, sendo as mais adequadas, a somativa em conjunto com a formativa.

Avaliar dessa maneira irá valorizar o percurso de aprendizagem e não apenas o resultado do que foi realizado. Como encaminhamento prático, sugere-se nesse sentido, a inserção de momentos de leitura orientada e discussão coletiva em sala de aula. Tais medidas podem contribuir para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes, em consonância com os princípios da didática complexa e transdisciplinar e da auto-hetero-ecoformação.

Em relação à abordagem CTSA, observamos que promover o envolvimento discente em discussões de caráter social e ambiental, demanda uma mediação docente intencional e contínua. Portanto, recomendamos que o professor incorpore em sua prática debates acerca dos impactos socioambientais, incentivando a argumentação, o posicionamento crítico e a tomada de decisões informadas, na qual a ecopedagogia se faz presente como perspectiva educacional para o ser sustentável e não apenas para o fazer sustentabilidade.

Por fim, com essa pesquisa, reafirmamos que a elaboração e aplicação de sequências didáticas baseadas nos pressupostos da didática complexa e transdisciplinar, exige planejamento, flexibilidade e disposição para lidar com a imprevisibilidade do processo

educativo. Os resultados obtidos evidenciam um esforço traduzido em ganhos pedagógicos significativos, todavia, se faz necessário um cuidadoso olhar para o cenário em que se encontram os estudantes.

Como consequência deste estudo, os professores, sobretudo os que ministram Química, poderão adotar o modelo desta sequência didática a partir do produto educacional oriundo desta pesquisa, “Termoquímica para um mundo sustentável – guia do professor”, que pode ser adaptado de acordo com o cotidiano dos estudantes e especificidades do contexto educacional, podendo o docente fazer o uso de propostas semelhantes, como forma de promover uma educação científica crítica, contextualizada, emancipadora e comprometida com a formação cidadã.

Referências

- AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Visão plural, multifacetada e socialmente articulada da química como caminho para fortalecer uma perspectiva de educação química humanizadora e transformadora. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 400-410, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160481>
- ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- BINDER, Torsten; SCHMIEMANN, Philipp; THEYSEN, Heike. Knowledge acquisition of biology and physics university students — the role of prior knowledge. **Education Sciences**, v. 9, n. 4, p. 281, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci9040281>
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- CHANG, Jordan; MENKE, Erik Jason. Measuring attitude toward Chemistry, Biology, and Math at a Hispanic-Serving Institution. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 4, p. 1758-1765, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01109>
- CHASSOT, Attico Inácio. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. 7. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 207p.

- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018. 288p.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18. ed. Campinas: Papirus, 2011b.
- FIN, Gracielle; CARVALHO, Diego de; MORENO-MURCIA, Juan Antonio. Estilo interpessoal do docente como preditor de motivação e percepção de competência para o trabalho em estudantes universitários. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v. 12, p. e026001(1-25), 2026. DOI: <https://doi.org/10.20396/riesup.v12i00.8675653>
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da terra e cultura de sustentabilidade**. São Paulo: Peirópolis, 2000.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- ILHA, Eduardo da Costa; JALOWSKI, Bruno Joukoski; PIOVEZAN, Marcel. Colorfluorímetro: um instrumento didático acessível para análises colorimétricas e fluorimétricas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 309-315, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160443>
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 7. ed. São Paulo: EPU, 2013.
- MARIANO, Maria Luzia Silva *et al.* Motivação para aprender e interesse profissional de alunos do ensino médio. **Ciências & Cognição**, v. 26, n. 2, p. 277-290, 2021.
- MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: TRIOM, 1999.
- NÓVOA, António. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 166, p. 1106–1133, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053144843>
- NÓVOA, António. **Formação de professores e trabalho pedagógico**. Lisboa: EDUCA, 2002.
- NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- PERRENOUD, Philippe. **Avaliação, da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PINEAU, Gaston. **Temporalidades na Formação: rumo a novos sincronizadores**. São Paulo: Triom, 2006.

QUADROS, Ana Luiza de *et al.* As práticas educativas e seus personagens na visão de estudantes de cursos de Biologia e Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 2, p. 293–308, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000200002>

SANTANA JÚNIOR, João Bosco Paulain; FARIAS, Sidilene Aquino de. Concepções de professores universitários sobre a motivação acadêmica e o impacto das suas práticas na dinâmica motivacional de licenciandos em Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 30, p. e24013(1-20), 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320240013>

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110–132, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>

SEVIL, Kurt. Secondary school students' interest in physics, chemistry and biology. **Problems of Education in the 21st Century**, v. 79, n. 6, p. 894-911, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.894>

SOUSA, Allany Kelly de; FERREIRA, Maricélia Lucena. Percepção dos discentes sobre a aula prática no ensino de Química como potencializadora da teoria. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 2, supl., p. 476–491, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24219/rpi.v2i2.0.290>

SOUSA, Nataniel José; MODESTO, Maria Joselma da Costa; TAVARES, Diego da Silva. A importância de aulas práticas experimentais sobre os conteúdos de fenômenos físicos e químicos e reações químicas. In: **Anais do 35º Congresso Latinoamericano de Química - CLAQ e 61º Congresso Brasileiro de Química – CBQ**. Rio de Janeiro, RJ, 2022.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Didática e trabalho docente sob a ótica do pensamento complexo e da transdisciplinaridade**. 2015. 493 p. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Católica de Brasília, UCB, Brasília, DF, 2015.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Didática Complexa e Transdisciplinar. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PIMENTA, Selma Garrido; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs.). **Didática crítica no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2023. p. 252-278.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pergunta investigativa norteadora deste estudo, consideramos que a pesquisa alcançou seu propósito inicial pois estruturamos uma proposta didático-pedagógica para o ensino de Química, fundamentada nos princípios CTSA, sob a ótica da Didática Complexa e Transdisciplinar, da Auto-hetero-ecoformação e da Ecopedagogia. Implementamos situações de ensino a partir da elaboração de uma sequência didática para o ensino de Termoquímica para Educação Básica, ancoradas nessas tendências pedagógicas.

A investigação e análises desenvolvidas ao longo desta pesquisa evidenciaram que alinhar abordagem CTSA aos princípios da didática complexa e transdisciplinar propõe uma ressignificação do ensino de Termoquímica para a Educação Básica. Percebemos assim, que práticas pedagógicas orientadas desse modo ampliam as possibilidades de uma formação escolar pautada na criticidade e autonomia dos estudantes, permitindo que eles compreendam o verdadeiro papel do ensinar e do aprender, bem como o modo de agir na sociedade para que os conhecimentos científicos caminhem para além da disciplinaridade, situando-os em contextos sociais, tecnológicos, ambientais, sustentáveis e éticos.

A revisão sistemática da literatura confirmou a existência de lacunas referentes à integração efetiva entre CTSA e Termoquímica, ao mesmo tempo em que revelou tendências e potencialidades ainda pouco exploradas como a ecopedagogia, o pensamento complexo, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. A investigação de produtos educacionais reforçou a necessidade de aplicação das sugestões didáticas que transcendem a abordagem tradicional do ensino, na qual os conteúdos específicos de apenas uma disciplina são incorporados na aula. Nesse sentido, a intenção de um produto educacional deve ser pautada em reforçar a valorização da contextualização, da problematização e da participação ativa do estudante.

O ensaio contribuiu para consolidação dos fundamentos teóricos e epistemológicos que circundam a abordagem CTSA e sustentam como a prática pedagógica deve ser pautada nessa perspectiva, destacando a relevância da auto-hetero-ecoformação para uma educação que transforma. Ademais, por meio da elaboração e aplicação de uma sequência didática que foi composta por oito aulas, organizadas em quatro momentos didáticos, foi possível estruturar e desenvolver uma proposta coerente com os fundamentos teóricos adotados.

Ainda que tenham surgido alguns desafios e limitações ao longo do processo, a implementação ocorreu de maneira exitosa, evidenciando a viabilidade e a potência formativa

do que foi construído. Esta sequência didática surgiu como proposta metodológica para o ensino de Termoquímica e permitiu constatar, na prática, que por ser concebida sob tais tendências, favoreceu uma aprendizagem mais sensível aos temas do cotidiano e à complexidade dos fenômenos científicos, elencados em perspectivas socioambientais.

A partir dela foi possível elaborar dois produtos educacionais: um guia didático voltado para o professor com atividades, conceitos e dinâmicas que atendem as questões CTSA, fazendo o uso da interdisciplinaridade, da Didática Complexa e Transdisciplinar, da auto-hetero-ecoformação e da ecopedagogia e um material de acompanhamento para o estudante baseado no guia, ambos em formato *e-book*. Tais produtos configuram-se como materiais pedagógicos autorais de apoio à prática docente, concebidos com intencionalidade formativa e transformadora, visando subsidiar o professor na organização de práticas contextualizadas e críticas no ensino de Termoquímica, bem como favorecer a participação ativa e reflexiva dos estudantes no processo de aprendizagem.

Ao articular fundamentos teóricos contemporâneos, a sequência didática poderá ser desenvolvida na forma como se apresenta ou adaptada conforme a realidade escolar e contexto educacional. Esses *e-books* contribuem para a ressignificação do ensino de Química, oferecendo caminhos metodológicos que integram as questões CTSA, além de incentivarem uma formação mais consciente, ética e comprometida com a realidade socioambiental.

No entanto, desafios e limitações persistem, sobretudo a resistência institucional e curricular em acolher a Didática Complexa e Transdisciplinar, sobretudo a interdisciplinaridade alinhada aos pressupostos da abordagem CTSA. Essa rigidez dificulta a efetivação da ecopedagogia, pois a cultura escolar vigente ainda privilegia o conhecimento fragmentado em detrimento ao olhar holístico e comprometido do estudante com a sociedade.

Além disso, a partir desta pesquisa diversas outras possibilidades de estudo investigativo podem emergir, ampliando e aprofundando os caminhos já iniciados. Dentre elas, podemos destacar: a aplicação da proposta para outros ramos da Química, a aplicabilidade em outras séries e níveis de ensino, utilização em formação inicial e continuada de professores, avaliação de impactos a longo prazo, integração com metodologias ativas e tecnologias digitais, análise comparativa entre abordagens tradicionais e complexas, investigação sobre práticas ecopedagógicas na educação, dentre outros.

As inúmeras possibilidades evidenciam que a pesquisa não se encerra em si mesma, ela abre caminhos para novos questionamentos que apontam para novas investigações, podendo

fortalecer a perspectiva de uma educação científica mais crítica, emancipadora, integrada e comprometida com a transformação social.

Constatamos, portanto, que favorecer o ensino de Termoquímica por meio da abordagem CTSA sob o olhar da didática complexa e transdisciplinar, enriquece o processo educacional formativo e contribui para a construção de sujeitos mais conscientes do seu papel no planeta. Essa perspectiva educacional promove a Química para o seu papel social de formar sujeitos críticos, reflexivos, autônomos e comprometidos com a realidade em que vivem. Essa prática, se desenvolvida de forma contínua, tende a fortalecer uma cultura educacional voltada ao pensamento complexo, a ética planetária, à responsabilidade socioambiental e à formação integral dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Fernanda Welter; NUNES, Simara Maria Tavares. Sequência didática a partir do enfoque CTS: as funções orgânicas hidrocarboneto, álcool, as reações químicas e o efeito estufa. **Revista Prática Docente**, v. 10, p. e25021 (1-19), 2025. DOI: <https://doi.org/10.23926/RPD.2025.v10.e25021.id889>

AIKENHEAD, Glen S. What is STS science teaching? **Science Education**, v. 78, n. 5, p. 447–463, 1994.

ALMEIDA, Andeson de Oliveira; VALENTE, Natália Parente de Lima; ABREU, Maria do Socorro Cardoso de. Teoria do conhecimento de Paulo Freire: Aplicação de uma Sequência Didática no Ensino de Ciências. **Revista Pemo - Práticas Educativas, Memórias e Oralidades**, Fortaleza, v. 6, p. e12218 (1-21), 2024. DOI: <https://doi.org/10.47149/pemo.v6.e12218>

ALMEIDA, Beatriz Oliveira de. **Letramento Digital no Zotero: uma experiência nos bacharelados interdisciplinares da UFBA**. 2020. 2020. Dissertação (Mestrado em Estudos Interdisciplinares sobre a Universidade) - Programa de Pós-graduação em Estudos Interdisciplinares sobre a Universidade. Universidade Federal da Bahia, UFBA. Salvador, BA, 2020.

AMARAL, Carmem L. C.; ELIAS, Izilda G. 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. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e1379107668, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7668>

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Visão plural, multifacetada e socialmente articulada da química como caminho para fortalecer uma perspectiva de educação química humanizadora e transformadora. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 400-410, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160481>

ANESIO, Isabela Lira *et al.* A Cultura Indígena no Ensino de Química: Uma Proposta de Sequência Didática. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 3, p. 283–298, 2022. DOI: <https://doi.org/10.53003/redequim.v8i3.4898>

ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, p. 1–13, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AUSUBEL, David Paul. **The psychology of meaningful verbal learning**: an introduction to school learning. New York: Grune & Stratton, 1963.

AZEVEDO, Leandro Araújo de *et al.* Biodiesel a partir de óleo de fritura: uma temática atual para abordagem das relações cts em uma sala de aula de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p.41-46, 2013.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. 280p.

BEGO, Amadeu Moura; ALVES, Paola Gimenez Mateus; LUZ, Angélica Ramos da. Revisão sistemática sobre estratégias didáticas publicadas ao longo dos 30 anos da QNEsc para subsidiar o planejamento de ensino e a formação de professores de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 481-492, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160477>

BINDER, Torsten; SCHMIEMANN, Philipp; THEYSEN, Heike. Knowledge acquisition of biology and physics university students — the role of prior knowledge. **Education Sciences**, v. 9, n. 4, p. 281, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci9040281>

BIRKNER, Walter Marcos Knaesel; BARBOSA, Ana Clarisse Alencar. BNCC, desenvolvimento e interdisciplinaridade. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 2, p. 231–256, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2022v10n2p231-256>

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BONILLA, Maria Helena. A presença da cultura digital no GT Educação e Comunicação da ANPed. **Revista Teias**, v. 13, n. 30, p. 23, 2012.

BORGES, Ronaldo Silva; BANDEIRA, Carla Carolina; LUZ JR., Geraldo Eduardo. Interface entre as histórias em quadrinhos e o ensino de química: uma fonte de informação e incentivo à leitura. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-22, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v5n1.10022>

BORTOLAZZO, Sandro Faccin. Das conexões entre cultura digital e educação: pensando a condição digital na sociedade contemporânea. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 369-388, 2020.

BOTELHO, Sandra de Oliveira *et al.* Cultura Digital e Educação: desafios contemporâneos no ensino-aprendizagem. **Revista Ilustração**, v. 5, n. 9, p. 123-134, 2024. DOI: <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v5i9.389>

BOURSCHEID, Jacinta Lourdes Weber. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24–36, 2014.

BRASIL. **Decreto n.º 19.890, de 18 de abril de 1931**. Exposição de Motivos. Rio de Janeiro: 1931.

BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC: Ensino Médio**. Brasília: MEC/CNE/SEB, 2018, 154p.

BRASIL. Ministério da Educação, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Produção Técnica: grupo de trabalho 2019**. Brasília: MEC/CAPES, 2019b. 81p.

BRASIL. Ministério da Educação, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Relatório de Avaliação Quadrienal 2019 – Programas Profissionais**. Brasília: MEC/CAPES, 2019a.

BRITO, Glaucia da Silva; COSTA, Maria Luisa Furlan. Apresentação-Cultura digital e educação: desafios e possibilidades. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 36, p. e76482 (1-7), 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.76482>

BROWN, Theodore L. *et al.* **Química: a ciência central**. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHANG, Jordan; MENKE, Erik Jason. Measuring attitude toward Chemistry, Biology, and Math at a Hispanic-Serving Institution. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 4, p. 1758-1765, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01109>

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

CUNHA, Regina Célia; ARANTES, Victor Hugo Paiva; SUANNO, João Henrique. A sala de aula transdisciplinar nutrida pelo pensamento complexo. **REVELLI – Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, Inhumas, v. 8. n. 4, p. 72-84, 2016.

DANTAS, Hallana Laisa de Lima *et al.* Como elaborar uma revisão integrativa: sistematização do método científico. **ReCiEn - Revista Científica de Enfermagem**, v. 12, n. 37, p. 334–345, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24276/rrecien2022.12.37.334-345>

DANTAS, Lucio Gomes; MACHADO, Michelle Jordão (Orgs.). **Tecnologias e Educação: perspectivas para gestão, conhecimento e prática docente**. 2 ed. São Paulo: FTD Editora, 2014.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 207p.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018. 288p.

DICKMANN, Ivo. 30 anos da ecopedagogia: breve ensaio sobre origem e reinvenção. **RevistAleph**, Niterói, v. 3, n. 39, p. 14–25, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22409/revistaleph.vi39.55892>

DICKMANN, Ivo. Reinventando a ecopedagogia: patriarcado, modernidade e capitalismo. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 1–16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47401/revisea.v9i1.18105>

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na educação: fundamentos para uma nova didática**. Campinas: Papirus, 2011a.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18. ed. Campinas: Papirus, 2011b.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, p. 257–272, 2002.

FIN, Gracielle; CARVALHO, Diego de; MORENO-MURCIA, Juan Antonio. Estilo interpessoal do docente como preditor de motivação e percepção de competência para o trabalho em estudantes universitários. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v. 12, p. e026001(1-25), 2026. DOI: <https://doi.org/10.20396/riesup.v12i00.8675653>

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización científica y tecnológica**. Madrid: Popular, 1994.

FRANCISCO, Edmilson. O impacto do mestrado profissional em educação na formação de um docente da educação básica. **Devir Educação**, ed. especial, p. 140–154, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30905/ded.v0i0.229>.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Rony. Produtos Educacionais na área de ensino da Capes: o que há além da forma? **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 5, n. 2, p. 5-20, 2021. <https://doi.org/10.36524/profept.v5i2.1229>

FRIGOTTO, Gaudêncio. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 41–62, 2008. DOI: <https://doi.org/10.48075/ri.v10i1.4143>

GADOTTI, Moacir. A ecopedagogia como pedagogia apropriada ao processo da Carta da Terra. **Revista de Educação Pública**, v. 12, n. 21, p. 11-24, 2003.

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da terra e cultura de sustentabilidade**. São Paulo: Peirópolis, 2000.

GALVANI, Pascal. A autoformação: uma perspectiva transpessoal, transdisciplinar e transcultural. In: SOMMERMAN, Américo; MELLO, Maria F. de; BARROS, Vitória M. de (Orgs.). **Educação e Transdisciplinaridade II**. São Paulo: TRIOM, 2002. p. 95-121.

GARCIA, Edson Roberto Bogas. Auto-hétero-eco formação do estudante de direito: propostas de atividades educativas a partir das tutelas provisórias. **Revista Linhas Jurídicas**, v. 10, n. 2, p. 97-115, 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Lilia Aparecida Gonçalves; VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa; TAVARES, Kátia Cristina do Amaral. Cultura Digital e Educação: novas possibilidades, novos desafios para a formação docente. **Revista (Con)Textos Linguísticos**, v. 18, n. 39, p. 418-433, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47456/rctl.v18i39.43914>

HALMAN, Andreas; OSHLACK, Alicia. Catchii: Empowering literature review screening in healthcare. **Research Synthesis Methods**, v. 15, n. 1, p. 157–165, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/jrsm.1675>

HETKOWSKI, Tania Maria; DIAS, Josemeire Machado. Educação, Cultura Digital e Espaços Formativos. **Plurais-Revista Multidisciplinar**, v. 4, n. 2, p. 11-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29378/plurais.2447-9373.2019.v4.n2.11-25>

HODSON, Derek. Time for action: Science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645–670, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690305021>

ILHA, Eduardo da Costa; JALOWSKI, Bruno Joukoski; PIOVEZAN, Marcel. Colorfluorímetro: um instrumento didático acessível para análises colorimétricas e fluorimétricas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 309-315, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160443>

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

KRUGER, Amanda Dal Molin; SPECK, Raquel Ângela. Ecopedagogia no ensino de Ciências e Biologia: promovendo a consciência ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 20, n. 6, p. 313–339, 2025. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2025.v20.20128>

LEVINSON, Ralph. Science education and democratic participation. **Studies in Science Education**, v. 46, n. 1, p. 29–60, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057260903562433>

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, Francisca Reginaria Gomes. **Sequência didática no ensino de Termoquímica: experimentos investigativos desenvolvidos em grupo**. 2020. 47p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal, RN, 2020.

LIVRAMENTO, Gisele *et al.* Unidade temática sobre mineração do carvão: uma proposta para o ensino de termoquímica com enfoque CTS. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 675–683, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210038>

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 7. ed. São Paulo: EPU, 2013.

MACHADO, Dioni de Mello. **Proposta de uma sequência didática para o ensino da Termoquímica no contexto da aprendizagem significativa**. 2021. 24p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS. Porto Alegre, RS, 2021.

MARIANO, Maria Luzia Silva *et al.* Motivação para aprender e interesse profissional de alunos do ensino médio. **Ciências & Cognição**, Bauru, v. 26, n. 2, p. 277-290, 2021.

- MARQUES, Débora Mota; FERNANDES, Maria Aparecida de Lima Braga. A práxis em duas experiências distintas em educação e a importância da pedagogia histórico-crítica. **Revista Labor**, v. 2, n. 21, p. 34–47, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29148/labor.v2i21.41128>
- MARTINAZZO, Celso José. O pensamento transdisciplinar como percepção do real e os desafios educacionais e planetários. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 36, p. e66048(1-17), 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.66048>
- MARTINEZ-BORREGUERO, Guadalupe *et al.* Analysis of the Concept of Energy in the Spanish Curriculum of Secondary Education and Baccalaureate: A Sustainable Perspective. **Sustainability**, v. 11, n. 9, p. 1-14, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11092528>
- MELLO, Cleyson de Moraes; ALMEIDA NETO, José Rogério Moura de; PETRILLO, Regina Pentagna (Coords.). **Metodologias Ativas: desafios contemporâneos e aprendizagem transformadora**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Processo, 2022. 172p
- MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2011.
- MORELATTI, Maria Raquel Miotto *et al.* Sequências didáticas descritas por professores de matemática e de ciências naturais da rede pública: possíveis padrões e implicações na formação pedagógica de professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 639-652, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300008>
- MORETTI, Andressa Algayer da Silva; ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia. Termoquímica na perspectiva CTSA para o processo de alfabetização científica de alunos do 2º ano do Ensino Médio. **Ensino & Multidisciplinaridade**, v. 5, n. 2, p. 21–35, 2019.
- MORETTI, Andressa Algayer da Silva; ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia. Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 99-113, 2021.
- MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2018. 104p.
- MORIN, Edgar; CIURANA, Emilio Roger; MOTTA, Raul Domingo. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza**. 3. ed. São Paulo: Editora Cortez; Brasília: UNESCO, 2009. 112p.
- NASCIMENTO, Marcelo do; KAUARK, Fabiana da Silva; MOURA, Paulo Rogério Garcez de. **Aprendizagem significativa crítica de princípios termoquímicos por meio da atividade experimental problematizada**. 2022. 43p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Instituto Federal do Espírito Santo, IFES. Vila Velha, ES, 2022.
- NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 1999.

NÓVOA, António. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 166, p. 1106–1133, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053144843>

NÓVOA, António. **Formação de professores e trabalho pedagógico**. Lisboa: EDUCA, 2002.

NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PAGE, Matthew J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, p. 1-9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

PEREIRA, Fabiano Guimarães; TEIXEIRA JÚNIOR, José Gonçalves. **Proposta de sequência didática para o conteúdo de Termoquímica no Ensino Médio**. 2019. 31p. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Uberlândia, MG, 2019.

PEREIRA, Linney Chrissie Konno Piton *et al.* Termoquímica na perspectiva CTSA para o ensino de química por meio das TIC. **RIS - Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 5, p. 328–349, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i5.11905>

PEROZA, Marilúcia Antônia de Resende. A relação teoria e prática: pressupostos da práxis para a formação continuada de professores da Educação Infantil. **Práxis Educativa**, v. 19, p. 1-19, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.19.23791.103>

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação, da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PETRAGLIA, Izabel; ARONE, Mariangelica; MARTINEZ, Ana Cecília Espinosa. Didática Complexa e Transdisciplinar: da auto-hetero-ecoformação à formação docente transformadora. **Linguagens, Educação e Sociedade**, v. 29, n. 60, p. 1–25, 2025. DOI: <https://doi.org/10.26694/rles.v29i60.6614>

PINEAU, Gaston. A autoformação no decurso da vida: entre a hetero e a ecoformação. In: NÓVOA, António; FINGER, Matthias (Orgs.). **O método (auto)biográfico e a formação**. Natal: EDUFRN; São Paulo: Paulus, 2010. p. 97-118.

PINEAU, Gaston. **Temporalidades na Formação: rumo a novos sincronizadores**. São Paulo: Triom, 2006.

PINHEIRO, Fabiana Fatima do Prado Sedelak; AIRES, João Paulo. Orientações para elaboração de produtos educacionais no mestrado profissional em ensino: exemplificando os tipos de produtos. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 8, p. 12151–12168, 2023. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.8-184>

POMBO, Olga. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 9–40, 2008. DOI: <https://doi.org/10.48075/ri.v10i1.4141>

POMBO, Olga. Práticas Interdisciplinares. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 8, n. 15, p. 208–249, 2006.

PRADO, Letícia do. **Pressupostos epistemológicos e a experimentação no ensino de Química: o caso de Lavoisier**. 2015. 232p. Dissertação (Mestrado em Educação para a

Ciência) – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista, UNESP. Bauru, SP, 2015.

PUKALL, Jeane Pitz; SILVA, Vera Lúcia de Souza e.; ZWIEREWICZ, Marlene. Ecoformação na Educação Básica: uma experiência em formação de professores. **Revista Professare**, Caçador, v. 6, n. 1, p. 89-110, 2017. DOI: <https://doi.org/10.33362/professare.v6i1.1204>

QUADROS, Ana Luiza de *et al.* As práticas educativas e seus personagens na visão de estudantes de cursos de Biologia e Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 2, p. 293–308, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000200002>

RIZZATTI, Ivanise Maria *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 1–17, 2020.

ROBERTS, Douglas A. Scientific literacy/Science literacy. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (Eds.). **Handbook of Research on Science Education**. New York: Routledge, 2007. p. 729–780.

SANTANA JÚNIOR, João Bosco Paulain; FARIAS, Sidilene Aquino de. Concepções de professores universitários sobre a motivação acadêmica e o impacto das suas práticas na dinâmica motivacional de licenciandos em Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 30, p. e24013(1-20), 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320240013>

SANTOS, Bettina Steren dos; SPAGNOLO, Carla; BÜCKER, Caroline. Metodologias criativas no processo de ensino e de aprendizagem na educação básica. **Revista Teias**, v. 21, n. 63, p. 410-424, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/teias.2020.50873>

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos; SILVA, Renan Antônio da. Integração da teoria e prática na educação contemporânea: explorando as potencialidades da práxis pedagógica através da teoria da atividade. **Convergências: Estudos em Humanidades Digitais**, v. 1, n. 3, p. 561–573, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59616/cehd.v1i03.303>

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474–492, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n.17, p. 49-62, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do conhecimento e a perspectiva CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 1–19, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SEFTON, A. P. GALINI, M. E. **Metodologias Ativas: desenvolvendo aulas ativas para uma aprendizagem significativa**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022.

SEVIL, Kurt. Secondary school students' interest in physics, chemistry and biology. **Problems of Education in the 21st Century**, v. 79, n. 6, p. 894-911, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.894>

SILVA JÚNIOR, Luizmar Vieira da; SUANNO, João Henrique. O pensamento complexo e transdisciplinar na prática pedagógica do professor. In: **Anais da VI Semana de Integração**. Universidade Estadual de Goiás, UEG. Anápolis, GO, 2017.

SILVA, Ana Tereza Reis da. Ecoformação: reflexões para uma pedagogia ambiental, a partir de Rousseau, Morin e Pineau. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 18, p. 95–104, 2008.

SILVA, Erivanildo Lopes da; SANTIAGO, Ortência da Paz; Vieira, Rui Marques. Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 2, p. 240-259, 2022.

SILVEIRA, Felipe Alves; VASCONCELOS, Ana Karine Portela; NUNES, Albino Oliveira. Uma sequência didática na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica sob a investigação de ácidos e bases: análise dessa vertente epistemológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 31, p. e25005 (1-18), 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320250005>

SIQUEIRA, Gisele Carvalho de *et al.* CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 16, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v17n48.14128>

SOUSA, Allany Kelly de; FERREIRA, Maricélia Lucena. Percepção dos discentes sobre a aula prática no ensino de Química como potencializadora da teoria. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 2, supl., p. 476–491, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24219/rpi.v2i2.0.290>

SOUSA, Maria do Carmo; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Formação de professores no contexto do mestrado profissional em Educação da UFSCar. **Devir Educação**, v. 4, n. 2, p. 104-125, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30905/ded.v4i2.267>

SOUSA, Nataniel José; MODESTO, Maria Joselma da Costa; TAVARES, Diego da Silva. A importância de aulas práticas experimentais sobre os conteúdos de fenômenos físicos e químicos e reações químicas. In: **Anais do 35º Congresso Latinoamericano de Química - CLAQ e 61º Congresso Brasileiro de Química – CBQ**. Rio de Janeiro, RJ, 2022.

SOUZA JÚNIOR, João Martins de. **Proposta de uma sequência didática sobre Termoquímica a partir das percepções de professores da Educação de Jovens e Adultos (EJA)**. 2021. 80p. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) -

Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa, MG, 2021.

SOUZA, Edna Facundo de; SOUZA, Gahelyka Aghta Pantano. **Experimentação problematizadora no ensino de Termoquímica**. 2024. 49p. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Acre, UFAC. Rio Branco, AC, 2024.

SUANNO, João Henrique. Inovação na Educação: uma visão complexa, transdisciplinar e humanista. In: **Anais do IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**. Curitiba, PR, 2009. p. 8332-8348.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Didática Complexa e Transdisciplinar. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PIMENTA, Selma Garrido; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs.). **Didática crítica no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2023. p. 252-278.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Didática e trabalho docente sob a ótica do pensamento complexo e da transdisciplinaridade**. 2015. 493 p. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Católica de Brasília, UCB. Brasília, DF, 2015.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Em busca da compreensão do conceito de transdisciplinaridade. In: MORAES, Maria Cândida; SUANNO, João Henrique (Orgs.) **O pensar complexo na educação: sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2018. 232p. p. 99-126.

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Entre brechas e bifurcações a didática segue em movimento e em contraposição ao neoliberalismo/neotecnicismo. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 29, n. 3, p. 57-75, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18764/2178-2229v29n3.2022.46>

SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. Projeto de Investigação-Ação-Formação Transdisciplinar do CEUARKOS (México) e suas estratégias metodológicas. **REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, v. 11, p. E-201904 (1-19), 2019.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLEDO NETTO, Pedro; LOLI, Jucélia Maria. Uma proposta didática com abordagem CTS para o ensino de química em uma escola de ensino médio. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 26, n. 1, p. 14-32, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2023.v26i1.1389>

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

ANEXOS

Anexo I. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO -
IFGOIANO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Química sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar

Pesquisador: HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 87274225.3.0000.0036

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.589.013

Apresentação do Projeto:

1- Apresentação do Projeto:

Relata-se " Esta pesquisa tem como foco a elaboração de uma sequência didática para o ensino de Química pautada na promoção de situações de estudo por intermédio da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade e de sua ampliação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA), sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar. A intenção é investigar como isso pode favorecer um ensino pautado em formar indivíduos críticos e reflexivos diante do contexto social. Isso porque muito se discute a respeito de estratégias que devem partir do educador no intuito de melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Essas estratégias muitas vezes são pautadas como metodologias ativas onde o estudante é centro do próprio processo educacional na construção do conhecimento. Diante disso, a hipótese criada busca compreender como é possível integrar a abordagem CTS/CTSA ao ensino de Química por intermédio de metodologias ativas sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar e em como isso tende a favorecer uma aprendizagem crítica, contextualizada e pautada de significados. Dito isso, é importante destacar que o ensino de Química ainda enfrenta inúmeros desafios no que diz respeito à promoção de uma aprendizagem que vai além da memorização de conceitos e fórmulas. A partir disso, a metodologia utilizada para realizar a pesquisa terá característica qualitativa, descritiva e participante de forma a atender os objetivos que se

Endereço: Rua 88, nº280, Prédio SIASS, andar térreo

Bairro: Setor Sul

CEP: 74.085-010

UF: GO

Município: GOIANIA

Telefone: (62)99226-3661

Fax: (62)3605-3661

E-mail: cep@ifgoiano.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO -
IFGOIANO



Continuação do Parecer: 7.589.013

direcionam para a promoção de situações de estudo, identificando temas relevantes do cotidiano e entendendo como propostas didático-pedagógicas podem ser associadas ao movimento CTS/CTSA e à Transdisciplinaridade. Por fim, será necessário analisar como as metodologias ativas podem integrar uma sequência didática visando a abordagem CTS/CTSA e a Didática Complexa e Transdisciplinar.

Objetivo da Pesquisa:

Relata-se: „Promover situações de estudo por intermédio da abordagem CTSA sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar no ensino de Química”.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

3- Avaliação dos Riscos e Benefícios:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

4.1 - Tema e objeto da pesquisa:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

4.2 - Relevância Social e objetivos da pesquisa:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

4.3- Metodologia, incluindo local, população e amostra, métodos de coleta:

PARECER: ATENDE A LEGISLAÇÃO.

4.4 - Avaliação do processo de obtenção do TCLE:

PARECER: ATENDE A LEGISLAÇÃO.

4.5 - Garantias Éticas aos Participantes da Pesquisa:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

4.6 - Critérios de Inclusão e Exclusão:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

Endereço: Rua 88, nº280, Prédio SIASS, andar térreo

Bairro: Setor Sul

CEP: 74.085-010

UF: GO

Município: GOIANIA

Telefone: (62)99226-3661

Fax: (62)3605-3661

E-mail: cep@ifgoiano.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO -
IFGOIANO



Continuação do Parecer: 7.589.013

4.7- Critérios de Encerramento ou Suspensão da Pesquisa:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

4.8- Resultados do Estudo:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

4.9- Divulgação dos Resultados:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR 4.10

Cronograma:

PARECER: ATENDE A LEGISLAÇÃO.

4.11- Orçamento

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

4.12- Compatibilidade entre currículos dos pesquisadores e a pesquisa

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

5.1- Folha de rosto:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

5.2- TCLE: (Exigência IV.4, IV.5 , IV.6 - Res. 466/12)

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

5.3- Termo de Compromisso:

Endereço: Rua 88, nº280, Prédio SIASS, andar térreo
Bairro: Setor Sul **CEP:** 74.085-010
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)99226-3661 **Fax:** (62)3605-3661 **E-mail:** cep@ifgoiano.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO -
IFGOIANO



Continuação do Parecer: 7.589.013

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

5.4- Termos de Anuência das Instituições Coparticipantes

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

5.5 - Projeto detalhado.

PARECER: ATENDE A LEGISLAÇÃO.

5.6 - Guarda e descarte de documentos:

NÃO HOUVE ALTERAÇÃO MEDIANTE PARECER ANTERIOR.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Prezado(a) Pesquisador(a),

O CEP IF Goiano aprova seu protocolo de pesquisa. Caso haja alguma modificação, solicitamos que seja inserida uma emenda para avaliação. Ao final da pesquisa, insira uma notificação na plataforma, anexando o relatório final. O prazo para envio de relatório final será de no máximo 60 dias após o término da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) pesquisador(a),

Após aprovação da pesquisa, segundo as normativas vigentes, a condução da pesquisa deve estar de acordo com o protocolo aprovado pelo colegiado. Caso ocorra a necessidade de fazer qualquer alteração, deve ser submetida uma emenda com as alterações para nova avaliação ética. Exemplos: alterações metodológicas de coleta de dados, público participante e inserção de pesquisadores entre outras.

A saber:

"O que é uma emenda?

Emenda é toda proposta de modificação ao projeto original, encaminhada ao Sistema CEP/CONEP pela Plataforma Brasil, com a descrição e a justificativa das alterações. As emendas devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, destacando nos documentos enviados os

Endereço: Rua 88, nº280, Prédio SIASS, andar térreo
Bairro: Setor Sul **CEP:** 74.085-010
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)99226-3661 **Fax:** (62)3605-3661 **E-mail:** cep@ifgoiano.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO -
IFGOIANO**



Continuação do Parecer: 7.589.013

trechos modificados. A emenda será analisada pelas instâncias de sua aprovação final (CEP e/ou CONEP). As modificações propostas pelo pesquisador responsável não podem descaracterizar o estudo originalmente proposto e aprovado pelo Sistema CEP-CONEP. Em geral, modificações substanciais no desenho do estudo, nas hipóteses, na metodologia e nos objetivos primários não podem ser consideradas emendas, devendo o pesquisador responsável submeter novo protocolo de pesquisa para ser analisado pelo Sistema CEP-CONEP." (Manual do usuário - Plataforma Brasil - versão 3.2)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2499181.pdf	10/05/2025 01:14:49		Aceito
Brochura Pesquisa	7ProjetoHelicaBROCHURA.docx	10/05/2025 01:11:27	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE_PAISRESPONSIVEIS_MODEL O_FORMS.pdf	10/05/2025 01:11:16	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	5TCLE_MAIORDEIDADE_MODELO_FORMS.pdf	10/05/2025 01:11:08	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	4TALE_MODELO_FORMS.pdf	10/05/2025 01:11:00	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	3questionariofinal_visualizacaoforms.pdf	10/05/2025 01:10:45	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	3questiondiagnostico_visualizacaoforms.pdf	10/05/2025 01:10:24	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	2respostas_as_pendencias.pdf	10/05/2025 01:09:35	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	1ProjetoHelicav09052025corrigido.pdf	10/05/2025 01:08:55	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	CurriculoLattesHelica.pdf	24/03/2025 19:56:41	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	CurriculoLattesChristina.pdf	24/03/2025 19:56:23	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito

Endereço: Rua 88, nº280, Prédio SIASS, andar térreo
Bairro: Setor Sul **CEP:** 74.085-010
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)99226-3661 **Fax:** (62)3605-3661 **E-mail:** cep@ifgoiano.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO -
IFGOIANO**



Continuação do Parecer: 7.589.013

Outros	CEP_Helicadesfechosprimario_hipotese.pdf	24/03/2025 13:43:29	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	CEP_Helica_desenho.pdf	24/03/2025 13:43:00	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	2_Termo_de_compromisso_das_pesquisadoras_assinadoCH_assinado.pdf	24/03/2025 13:24:36	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Outros	PpgEnEB_TERMODEANUENCIAHELICA.pdf	24/03/2025 13:23:37	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito
Folha de Rosto	1_FOLHADEROSTOASSINADAPELODIRETOR.pdf	24/03/2025 13:15:43	HELICA LUCIVANE SILVA ASSUNCAO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

GOIANIA, 23 de Maio de 2025

Assinado por:

SANGELITA MIRANDA FRANCO MARIANO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua 88, n°280, Prédio SIASS, andar térreo

Bairro: Setor Sul **CEP:** 74.085-010

UF: GO **Município:** GOIANIA

Telefone: (62)99226-3661 **Fax:** (62)3605-3661 **E-mail:** cep@ifgoiano.edu.br

Página 06 de 06

Anexo II. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás
Programa de Pós-Graduação em Ensino para Educação Básica

INSTITUTO
FEDERAL
Goiás
Campus
Urutai

PPGEnEB
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA (PPGEnEB)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) (Pais e/ou Responsável – estudante menor de idade)

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada "ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Química sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar" que está sendo desenvolvida pela mestranda Héliça Lucivane Silva Assunção, do Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica do Instituto Federal Goiano – Campus Urutai, sob a orientação da professora Dra. Christina Vargas Miranda e Carvalho.

A seguir, você receberá esclarecimentos e informações sobre a pesquisa. Se após isso, você aceitar que seu(sua) filho(a) faça parte do estudo, este documento deverá ser assinado em duas vias, sendo a primeira de guarda e confidencialidade da Pesquisadora responsável e a segunda ficará sob sua responsabilidade para quaisquer fins.

Em caso de recusa, não se preocupe, pois seu(sua) filho(a) não será penalizado(a) de nenhuma forma. Qualquer dúvida que venha a surgir, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável através do telefone (64) 992273286 ou pelo e-mail helica.assuncao@estudante.ifgoiano.edu.br.

Em caso de dúvida sobre os procedimentos éticos acerca da pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano (situado na Rua 88, nº310, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás. Caixa Postal 50) pelo telefone: (62) 9 9226 3661 ou pelo email: cep@ifgoiano.edu.br.

Após ler e receber as informações e os esclarecimentos necessários, caso você aceite que seu(sua) filho(a) participe desse estudo, por favor, assinie a opção que consta autorização de participação preenchendo os dados solicitados.

* Indicates required question

E-mail *

Insira um e-mail válido.

Sua Resposta

Justificativa, objetivos e procedimentos

O ensino de Química enfrenta inúmeros desafios no que diz respeito à promoção de uma aprendizagem que vá além da memorização de conceitos e fórmulas. Trabalhar com uma abordagem que envolva a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e com sua ampliação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) pode ser uma estratégia didático-pedagógica crucial para a formação do pensamento crítico acerca dos impactos da ciência e da tecnologia no meio ambiente e na sociedade.

A justificativa para realizar essa pesquisa se dá pelo fato de que formar cidadãos a partir dessa perspectiva é algo de extrema importância no mundo atual. Sobretudo, porque propostas educacionais inovadoras buscam fornecer subsídios elementares para que professores de Química aprimorem suas práticas em sala de aula por intermédio das práticas interdisciplinar e transdisciplinar na intenção de interligar e religar os saberes ao contexto real vivido pelos estudantes.

Com isso, o principal objetivo dessa pesquisa será promover situações de estudo por intermédio da abordagem CTS/CTSA sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar no ensino de Química e os procedimentos para a coleta de dados ocorrerão de maneira qualitativa, participante e descritiva. Além disso, serão aplicados dois questionários, um diagnóstico e outro para finalização do estudo, escrita e discussão dos resultados obtidos.

☐ Ciente.

Desconfortos, riscos e benefícios

De acordo com a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, os riscos para o participante associados a esta pesquisa são classificados como baixos, considerando suas características. Haverá o comprometimento no decorrer do estudo de conduzir com respeito, ética e sigilo de modo a assegurar a inibição de julgamentos, ridicularização ou crítica por parte das pesquisadoras ou de terceiros que tenham algum tipo de contato com a pesquisa. Sobretudo, os participantes terão a plena garantia do direito para se desligarem a qualquer momento se acharem necessário.

Para mais, a transparência é um dos parâmetros que asseguram a seriedade desse estudo. Todo e qualquer material produzido ou consultado não será usado para julgar ou criticar a IE, bem como os professores da área de Química no ensino médio técnico integrado.

A respeito dos benefícios desse estudo, se tem com clareza que os resultados obtidos podem proporcionar uma mudança de ação por parte de professores da disciplina de Química, pois como resultado disso será elaborada uma sequência didática que ficará disponível para acesso em meio digital em ferramentas tecnológicas específicas de ensino a qual os educadores podem ter fácil acesso para utilizar e adaptar como quiserem.

☐ Ciente.

Forma de acompanhamento e assistência

As pesquisadoras e a instituição envolvida nas diferentes fases da pesquisa, deverão proporcionar assistência imediata caso seja necessário, bem como

se responsabilizarão pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes do estudo. Também será previsto nos termos da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 e nos termos da Lei o direito à indenização caso algum dano resultante da pesquisa seja constatado. No entanto, é válido mencionar que esta pesquisa não está diretamente ligada às intervenções psicológicas ou físicas dos participantes e a classificação tida como baixa atende às orientações do CEP.

Em caso de dúvidas, você e seu(sua) filho(a) poderão contatar as pesquisadoras responsáveis a qualquer momento, pelo telefone e e-mail. Seu(sua) filho(a) poderá desistir de participar da pesquisa a qualquer momento se achar necessário. Se isso ocorrer, todos os dados já identificados serão sumariamente excluídos.

☐ Ciente.

Garantia de esclarecimento, liberdade de recusa e garantia de sigilo *

O nome do(a) seu(sua) filho(a) não será identificado na divulgação de posteriores resultados garantindo o anonimato. É dever das pesquisadoras preservar sua identidade a partir de padrões profissionais de sigilo. Todos os dados coletados provenientes de plataforma digital serão exclusivos para a realização da pesquisa acadêmica e após serem utilizados serão definitivamente apagados.

As pesquisadoras responsáveis deverão estarão disponíveis a qualquer momento para maiores esclarecimentos caso surjam dúvidas posteriores. Seu filho será convidado a participar da pesquisa, podendo se retirar a qualquer momento dela se caso achar necessário sem prejuízo algum, pois a participação nesta pesquisa é voluntária.

☐ Ciente.

Custos da participação, ressarcimento e indenização por eventuais danos *

Para participar deste estudo você e seu(sua) filho(a) não terão nenhum gasto e nem receberão qualquer vantagem financeira. Caso seu(sua) filho(a) se sinta lesado financeiramente por algo que ocorreu durante a realização da pesquisa, ele será poderá ser ressarcido de todo eventual valor gasto que corresponda ao seu prejuízo financeiro, tudo isto previsto em Regulamentação e em Lei específica. Ademais, caso seu(sua) filho(a) sofra algum dano físico, material ou psicológico, também há a garantia do direito de reivindicação de indenização nos termos da Lei.

☐ Ciente.

Eu estou ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, portanto *

- ☐ Autorizo a participação do(a) meu(minha) filho(a) nessa pesquisa.
- ☐ Não autorizo a participação do(a) meu(minha) filho(a) nessa pesquisa.

*Caso você autorize a participação do seu(sua) filho(a) como voluntário(a) *
dessa pesquisa, peço que você forneça alguns dados, por favor!

- ☐ Ciente.
- ☐ Preciso esclarecer dúvidas.

*Caso você autorize a participação do seu(sua) filho(a) como voluntário(a) *
dessa pesquisa, guarde uma cópia desse TCLE com você.

- ☐ Ciente.

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E VOZ *

Finalidade do Uso

Ao participar desta pesquisa, poderá ser solicitada a gravação da imagem e/ou voz do(a) seu(sua) filho(a) por meio de fotografias, vídeos ou gravações de áudio. Tais registros têm como **finalidade exclusiva apoiar os objetivos científicos e acadêmicos do presente estudo**, contribuindo para a análise, interpretação e divulgação dos resultados da pesquisa.

- ☐ Ciente.

Formas de Divulgação *

As imagens e/ou gravações poderão ser utilizadas nas seguintes formas de divulgação:

- a)** Publicações científicas (artigos, teses, dissertações, relatórios técnicos);
- b)** Apresentações em congressos, seminários, simpósios e demais eventos acadêmico-científicos;
- c)** Materiais didáticos ou informativos relacionados à pesquisa, seja em meio físico ou digital;
- d)** Plataformas institucionais e científicas (sites, repositórios acadêmicos, vídeos educativos, etc.).

- ☐ Ciente.

Armazenamento e Proteção *

As imagens e gravações obtidas serão armazenadas em ambiente digital seguro, com acesso restrito à equipe responsável pela pesquisa. Serão adotadas medidas técnicas e administrativas para garantir a confidencialidade, integridade e segurança dos dados, de acordo com a legislação vigente, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018).

Os registros serão mantidos apenas pelo período necessário para os fins da pesquisa e, posteriormente, serão descartados ou anonimizados conforme critérios éticos.

☐ Ciente.

Consentimento e Direito de Recusa *

A autorização para uso da imagem e/ou voz do(a) seu(sua) filho(a) é obrigatória.

A sua recusa **NÃO** implicará em qualquer prejuízo à participação dele(a) na pesquisa, nem afetará sua relação com as pesquisadoras ou instituição envolvida.

Caso deseje não autorizar o uso da imagem e/ou voz do(a) seu(sua) filho(a), essa decisão será plenamente respeitada.

- ☐ AUTORIZO o uso da imagem e/ou voz do(a) meu/minha filho(a) nos termos acima descritos.
- ☐ NÃO AUTORIZO o uso da imagem e/ou voz do(a) meu/minha filho(a).

Série do(a) seu(sua) filho(a) *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

- ☐ 1ª
- ☐ 2ª
- ☐ 3ª
- ☐ outra

Curso do(a) seu(sua) filho(a) *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

- ☐ Agropecuária
- ☐ Informática
- ☐ Biotecnologia
- ☐ outro

Turma do(a) seu(sua) filho(a) *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ outra

SEU endereço (rua, número, bairro, cidade, estado) *

Observações:

1. Se você não permitiu a participação do(a) seu(sua) filho(a), escreva apenas a palavra "NÃO".

Sua Resposta

SEU telefone para contato (informe o DDD) *

Observações:

1. Se você não permitiu a participação do(a) seu(sua) filho(a), escreva apenas a palavra "NÃO".
2. A pesquisadora entrará em contato somente se necessário.

Sua Resposta

Nome completo do(a) seu(sua) filho(a) *

Por favor, escreva o nome completo e SEM abreviações.

Sua Resposta

SEU nome completo *

Por favor, escreva seu nome completo e SEM abreviações.

Sua Resposta

SUA assinatura *

Observações:

1. Se você não permitiu a participação do(a) seu(sua) filho(a), escreva apenas a palavra "NÃO".
2. Por favor, utilize apenas as cores azul ou preto para assinar;
3. Assine utilizando a ponta de um dedo para que sua assinatura fique legível;
4. Caso precise limpar ou reescrever, utilize a ferramenta "clear" que está localizada ao lado direito abaixo do quadro.

Assinatura



Claro

Assinatura da Pesquisadora Responsável

Observações: O espaço a seguir é destinado à assinatura da pesquisadora responsável. Portanto, NÃO é necessário responder nem assinar.

Assinatura



Claro

Enviar

Este conteúdo não foi criado nem endossado pela Boloforms . [Segurança](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#) .

Anexo III. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
Programa de Pós-Graduação em Ensino para Educação Básica

INSTITUTO
FEDERAL
Goiás
Campus
Urutaí

PPGEnEB
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA (PPGEnEB)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) (Adolescentes com 12 anos completos, maiores de 12 anos e menores de 18 anos)

Informação geral: Esse termo de assentimento não substitui a necessidade de consentimento dos pais ou responsáveis. O assentimento assinado pelo adolescente demonstra a sua cooperação na pesquisa.

* Indicates required question

E-mail *

insira um e-mail válido.

Sua Resposta

Olá, prezado (a) estudante! Meu nome é Hélica, sou aluna do Programa de Pós Graduação em Ensino para a Educação Básica do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Venho por meio deste termo convidar você para participar da pesquisa intitulada “ABORDAGEM CTSA: uma proposta para o ensino de Química sob o olhar da Didática Complexa e Transdisciplinar” que é motivada pela necessidade de inovar e diversificar as metodologias de ensino de Química, com o intuito de oferecer aulas mais atrativas, dinâmicas e inovadoras em sala de aula e fora dela.

Para realizar uma pesquisa, é necessário coletar dados, para depois analisá-los e discuti-los. Por isso, no decorrer dela haverá a aplicação de dois questionários sendo um para diagnóstico e outro para finalização do estudo e essa será sua contribuição nessa pesquisa. Além disso, todo e qualquer produto feito por você proveniente desse estudo também poderá ser considerado como dado coletado para análise.

Em relação a coleta de dados por meio de questionários ou por meio de atividades propostas, lhe asseguro que será tranquilo e você não terá desconforto algum. Peço que seja sincero ao responder os questionários a fim de garantir a seriedade dos resultados a serem obtidos.

Esse estudo tem como objetivo fundamental propiciar uma alternativa mais dinâmica para se estudar Química. Portanto, é centrado no

desenvolvimento de sua autonomia e do seu protagonismo para a consolidação do aprendizado e obtenção de conhecimento científico.

Se caso você em algum momento se sentir desconfortável ou incomodado no decorrer da pesquisa, você poderá entrar em contato comigo pelo telefone (64) 992273286, pelo meu e-mail helica.assuncao@estudante.ifgoiano.edu.br ou ainda me relatar pessoalmente o ocorrido.

A pesquisa será realizada na instituição onde você estuda e será tratada com padrões profissionais de sigilo a sua identidade. Todos os dados coletados servirão apenas para obtenção de resultados ou finalidades do estudo. Os resultados obtidos serão divulgados aos participantes e para a instituição, sendo também encaminhados para publicação, mas sem nenhuma identificação dos voluntários.

Gostaria de me colocar à disposição para a retirar dúvidas ou prestar qualquer tipo de esclarecimento necessário e solicitado por você.

Se você for menor de idade e seu responsável permitiu sua participação na pesquisa, ainda sim eu preciso de autorização e consentimento de sua parte. Lembrando que você não precisa participar se não quiser, pois é um direito seu e não terá nenhum problema em recusar ou desistir no decorrer do caminho.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO:

Eu estou ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, portanto

- ☐ Aceito participar como voluntário (a) dessa pesquisa.
- ☐ Não aceito participar como voluntário (a) dessa pesquisa.

*Caso você aceite participar como voluntário (a) dessa pesquisa, peço que você forneça alguns dados, por favor!

- ☐ Ciente.
- ☐ Preciso esclarecer dúvidas.

*Caso você aceite participar como voluntário (a) dessa pesquisa, guarde uma cópia desse TALE com você.

- ☐ Ciente.

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E VOZ

Finalidade do Uso

Ao participar desta pesquisa, poderá ser solicitada a captação da sua imagem e/ou voz por meio de fotografias, vídeos ou gravações de áudio. Tais registros têm como **finalidade exclusiva apoiar os objetivos científicos e acadêmicos do presente estudo**, contribuindo para a análise, interpretação e divulgação dos resultados da pesquisa.

☐ Ciente.

Formas de Divulgação *

As imagens e/ou gravações poderão ser utilizadas nas seguintes formas de divulgação:

- a)** Publicações científicas (artigos, teses, dissertações, relatórios técnicos);
- b)** Apresentações em congressos, seminários, simpósios e demais eventos acadêmico-científicos;
- c)** Materiais didáticos ou informativos relacionados à pesquisa, seja em meio físico ou digital;
- d)** Plataformas institucionais e científicas (sites, repositórios acadêmicos, vídeos educativos, etc.).

☐ Ciente.

Armazenamento e Proteção *

As imagens e gravações obtidas serão armazenadas em ambiente digital seguro, com acesso restrito à equipe responsável pela pesquisa. Serão adotadas medidas técnicas e administrativas para garantir a confidencialidade, integridade e segurança dos dados, de acordo com a legislação vigente, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018).

Os registros serão mantidos apenas pelo período necessário para os fins da pesquisa e, posteriormente, serão descartados ou anonimizados conforme critérios éticos.

☐ Ciente.

Consentimento e Direito de Recusa *

A autorização para uso da sua imagem e/ou voz **NÃO** é obrigatória.

A sua recusa **NÃO** implicará em qualquer prejuízo à sua participação na pesquisa, nem afetará sua relação com os pesquisadores ou a instituição envolvida.

Caso deseje não **autorizar o uso de sua imagem e/ou voz**, essa decisão será plenamente respeitada.

☐ AUTORIZO o uso da minha imagem e/ou voz nos termos acima descritos.

☐ NÃO AUTORIZO o uso da minha imagem e/ou voz.

Série *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

☐ ..

Série *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

- ☐ 1ª
- ☐ 2ª
- ☐ 3ª
- ☐ outra

Curso *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

- ☐ Agropecuária
- ☐ Informática
- ☐ Biotecnologia
- ☐ outro

Turma *

Apenas para confirmar o público-alvo da pesquisa.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ outra

Endereço (rua, número, bairro, cidade, estado) *

Observações:

1. se você não aceitou, escreva apenas a palavra "não"

Sua Resposta

Telefone para contato (informe o DDD) *

Observações:

1. se você não aceitou, escreva apenas a palavra "não";
2. entrarei em contato apenas se caso for necessário.

Sua Resposta

Nome completo *

Por favor, escreva seu nome completo e SEM abreviações.

Nome completo *

Por favor, escreva seu nome completo e **SEM** abreviações.

Sua Resposta

Assinatura *

Observações:

1. Se por um acaso você não aceitou participar desta pesquisa, escreva apenas a palavra "não";
2. Por favor, utilize apenas as cores azul ou preto para assinar;
3. Assine utilizando a ponta de um dedo para que sua assinatura fique legível;
4. Caso precise limpar ou reescrever, utilize a ferramenta "clear" que está localizada ao lado direito abaixo do quadro.

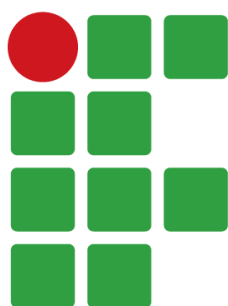
Assinatura



Claro

Enviar

Este conteúdo não foi criado nem endossado pela Boloforms - [Segurança](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)



**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiano

Campus
Urutaí