

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Thalles Pinto de Souza

**A PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO CONTEXTO DA
REFORMA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO EM DOCUMENTOS
OFICIAIS E EM UMA COLEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS/QUÍMICA**

Porto Alegre
2024

Thalles Pinto de Souza

**A PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO CONTEXTO DA
REFORMA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO EM DOCUMENTOS
OFICIAIS E EM UMA COLEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS/QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Maira Ferreira.

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

de Souza, Thalles Pinto
A PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO
CONTEXTO DA REFORMA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO EM
DOCUMENTOS OFICIAIS E EM UMA COLEÇÃO DE LIVROS
DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS
TECNOLOGIAS/QUÍMICA / Thalles Pinto de Souza. --
2024.
173 f.
Orientadora: Maira Ferreira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre,
BR-RS, 2024.

1. Reforma curricular. 2. Ensino Médio. 3. CTS. 4.
Educação em Ciências. 5. Ensino de Química. I.
Ferreira, Maira, orient. II. Título.

Thalles Pinto de Souza

**A PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO CONTEXTO DA
REFORMA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO EM DOCUMENTOS
OFICIAIS E EM UMA COLEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS/QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Maira Ferreira.

Aprovado em Ata dia 21 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio André Sangiogo
Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Rosane Nunes Garcia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Tatiana Souza de Camargo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre

2024

Dedico esse trabalho aos colegas docentes, que mesmo em meio à tantos contratempos e desalentos, (provocados principalmente por parte daqueles que deveriam nos apoiar enquanto profissionais), ainda acreditam no poder transformador da educação, esforçando-se para dar o seu melhor com vistas a uma sociedade mais justa, ética e empática.

AGRADECIMENTOS

Querido Deus! Por meio do teu filho, Jesus Cristo, agradeço o dom da vida e por chegar até aqui. Se até aqui eu cheguei, foi porque até aqui me ajudaste!

Obrigado, professora Maira Ferreira! Deus me deu forças, mas a senhora me deu capacidade técnica e foi incansável nesse processo! Obrigado por me auxiliar com toda a tua sabedoria, conhecimento, boa vontade, paciência e empatia sem medidas. Minha admiração pela grande profissional que és, não pode ser traduzida em texto. Toda a minha gratidão a ti! Agradeço também ao nosso grupo de estudos, em especial ao Eliézer, Juliana e Verônica por todo apoio e incentivo!

... à minha família, e destaco aqui, minha mãe, Dúlvia Helena, professora da rede estadual gaúcha, meu maior exemplo de profissional. Se um dia eu for um décimo do que ela é, saberei que fui um excelente professor! Agradeço aos meus avós Carmem e Lauro, padrinhos, Laura e Eloir e primos. Gratidão por toda a torcida e auxílio nessa jornada!

... aos meus amigos, que também são como família. Thiago, meu irmão do coração. Fundamental na minha decisão em entrar no PPgCEi, e por conhecer a minha orientadora. Grato por todo apoio e incentivo! Obrigado, Ana Paula, minha irmã. Nos momentos mais difíceis esteve comigo! Agradeço o apoio dos meus queridos, Thales, Bruna, Eduardo, Miriam, Andressa e Débora. Registro minha gratidão, também às minhas colegas/amigas de trabalho: Maria Élia, Tatiana e Sandra, por toda a força que me deram nesse período.

... ao IFSul/CAVG, onde me formei professor de Química e iniciei meus estudos no campo de CTS, junto ao meu querido primeiro orientador, Maykon Müller!

... à banca examinadora da dissertação, professoras Tatiana e Rosane, e professor Fábio. Grato por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições a esta pesquisa!

... ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - UFRGS, pela oportunidade de estudar e crescer em conhecimento nessa renomada Universidade pública e de qualidade!

*“Eu sou um intelectual que não tem medo de ser amoroso.
Amo as gentes e amo o mundo. E é porque amo as pessoas e
amo o mundo que eu brigo para que a justiça social se
implante antes da caridade”.*
Paulo Freire

**A PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO CONTEXTO DA
REFORMA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO EM DOCUMENTOS
OFICIAIS E EM UMA COLEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS/QUÍMICA**

RESUMO

A pesquisa tem como objetivo investigar como se materializa a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na área de Ciências da Natureza/Química, nas políticas curriculares para o Novo Ensino Médio (NEM), mediante a análise da reforma curricular para o Ensino Médio (EM) à luz dos pressupostos CTS. Quanto ao currículo, esse não é um elemento restrito apenas à transmissão de conteúdos disciplinares, mas, liga-se intrinsecamente ao desenvolvimento das pessoas, devendo envolver questões que impactem a vida social. Os procedimentos metodológicos-analíticos da pesquisa, de cunho qualitativo, consideram a Análise Documental e Análise de Conteúdo dos documentos pertencentes ao contexto do NEM, tais como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/2018 a Base Nacional Comum Curricular - EM, o Referencial Curricular Gaúcho – EM e em uma coleção de livros didáticos do Plano Nacional do Livro e do material Didático/2021 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química. A pesquisa indica a presença de princípios e princípios CTS nos materiais analisados, sendo mais comum discussões sobre os efeitos ambientais das ações humanas no desenvolvimento da ciência e tecnologia, destacando "denúncias" dos problemas ambientais. Entretanto, esses achados estão predominantemente nos capítulos interdisciplinares, pouco explorados nos capítulos de Química, provavelmente, devido à redução da carga horária da formação geral básica. Nos materiais são encontradas recomendações legais e pedagógicas para uma formação crítica e interdisciplinar, o que se alinha à perspectiva CTS, contudo, há uma tendência de priorizar habilidades voltadas ao mercado de trabalho, o que pode comprometer a formação crítica e humanística dos estudantes. Mesmo presente nos documentos legais e na composição dos livros didáticos analisados, as relações CTS, que já não eram prioridade na educação escolar, com a reforma do EM poderão ficar ainda mais distantes da proposta formativa cidadã, de sujeitos com capacidade crítica e protagonistas de ações sustentáveis preconizadas pela perspectiva CTS.

Palavras-chave: Reforma curricular. Ensino Médio. CTS. Educação em Ciências. Ensino de Química.

**A PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO CONTEXTO DA
REFORMA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO EM DOCUMENTOS
OFICIAIS E EM UMA COLEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS/QUÍMICA**

ABSTRACT

The aim of this research is to investigate how the Science, Technology and Society (STS) perspective materializes in the area of Natural Science/Chemistry in the curriculum policies for the New Secondary Education (NMS), by analyzing the curriculum reform for Secondary Education (MS) in the light of STS assumptions. As for the curriculum, this is not just an element restricted to the transmission of disciplinary content, but is intrinsically linked to the development of people, and should involve issues that impact on social life. The methodological-analytical procedures of the research, which is qualitative in nature, consider Documentary Analysis and Content Analysis of documents belonging to the NEM context, such as the National Curriculum Guidelines for Secondary Education/2018, the National Common Curricular Base - MS, the Referencial Curricular Gaúcho - MS and a collection of textbooks from the National Book Plan and Didactic Material/2021 in the area of Nature Sciences and their Technologies/Chemistry. The research indicates the presence of CTS principles and tenets in the materials analyzed, with discussions on the environmental effects of human actions in the development of science and technology being more common, highlighting “denunciations” of environmental problems. However, these findings are predominantly found in the interdisciplinary chapters, which are little explored in the chemistry chapters, probably due to the reduction in the workload of basic general education. The materials contain legal and pedagogical recommendations for a critical and interdisciplinary education, which is in line with the CTS perspective. However, there is a tendency to prioritize skills aimed at the job market, which can compromise students' critical and humanistic education. Even though it is present in the legal documents and in the textbooks analyzed, CTS relations, which were no longer a priority in school education, could become even more distant with the reform of primary education from the proposal of citizen education, of subjects with critical capacity and protagonists of sustainable actions advocated by the CTS perspective.

Keywords: Curriculum reform. Middle school. CTS. Science Education. Chemistry Teaching.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
1.1 Teorias e concepções de currículo.....	24
1.2 Pensando aspectos gerais do currículo em relação à Educação Escolar e a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	31
1.3 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Educação em Ciências	38
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS-ANALÍTICOS DA PESQUISA.....	53
2.1 Questão de pesquisa, objetivos e ações da pesquisa.....	53
2.2 Corpus de análise	54
2.3 Método de análise: Análise de Conteúdo.....	60
3 DOCUMENTOS OFICIAIS E LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS NO CONTEXTO DA REFORMA DO ENSINO MÉDIO....	66
3.1 Políticas de currículo para o Ensino Médio: uma breve revisão histórica.....	67
3.2 A perspectiva CTS nas políticas de currículo pós-LDBEN/96 e pré-BNCC, na área de Ciências da Natureza/Química.....	71
3.3 A reforma do Ensino Médio (NEM) instituída em documentos oficiais: um olhar para a BNCC-EM, as DCNEM e o RCG-EM	77
3.4 A BNCC-EM e o NEM em Livros didáticos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.....	90
4 BNCC-EM, DCNEM, RCG-EM E LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AOS PRESSUPOSTOS CTS NO CONTEXTO REFORMISTA DO ENSINO MÉDIO	99
4.1 Educação em Ciências: CTS em questões ambientais antrópicas e sustentabilidade	102
4.2 Educação em Ciências: CTS em relação à cidadania, saúde/bem-estar e mundo do trabalho	117
CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
REFERÊNCIAS.....	135
APÊNDICES	144
APÊNDICE A.....	145

APÊNDICE B.....	151
APÊNDICE C	158

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Documentos curriculares oficiais para o NEM.....	55
Quadro 2 - Coleções aprovadas pelo PNLD 2021 – Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), conforme apresentação das editoras.	56
Quadro 3 - Coleção selecionada para análise.....	58
Quadro 4 - Organização dos capítulos.	58
Quadro 5 - Livros e Capítulos correspondentes à coleção de LD selecionada.	59
Quadro 6 - Princípios de CTS.....	62
Quadro 7 - Quantitativo de ocorrências nos documentos legais.	62
Quadro 8 - Quantitativo das ocorrências dos capítulos.	63
Quadro 9 - Quantitativo das ocorrências do recorte analítico.....	64
Quadro 10 - Competências gerais da Educação Básica.	78
Quadro 11 - Competências específicas da área CNT e excerto de algumas habilidades correspondentes.....	81
Quadro 12 - Habilidades do RCG acrescidas às habilidades da BNCC-EM.	87
Quadro 13 - Capítulos por disciplinas dos livros da Coleção Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias”.....	93
Quadro 14 - Capítulos analisados.	94
Quadro 15 - Ocorrências CTS no material empírico.....	99
Quadro 16 - Unidades de registro/significado e Categorias.	100
Quadro 17 - Ocorrências por categoria nos materiais analisados.	101

LISTA DE SIGLAS

- AC:** Análise de Conteúdo
- ACT:** Alfabetização Tecnológica e Científica
- BNCC:** Base Nacional Comum Curricular
- BNCC-EM:** Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio
- CEED-RS:** Conselho Estadual de Educação do Rio Grande do Sul
- CHS:** Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
- CNE:** Conselho Nacional da Educação
- CT:** Ciência e Tecnologia
- CNT:** Ciência da Natureza e suas Tecnologias
- CONSED:** Conselho Nacional de Educação
- CTS:** Ciência, Tecnologia e Sociedade
- CTSA:** Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
- DCNEB:** Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica
- DCNEM:** Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- DCN:** Diretrizes Curriculares Nacionais
- ECTS:** Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade
- EF:** Ensino Fundamental
- EI:** Ensino Infantil
- EM:** Ensino Médio
- EMP:** Ensino Médio Politécnico
- ENEM:** Exame Nacional do Ensino Médio
- EPOR:** Empirical Programme of Relativism
- FGB:** Formação Geral Básica
- FNDE:** Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
- IF:** Itinerários Formativos
- IPT:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- LD:** Livro Didático
- LDBEN:** Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional
- MEC:** Ministério da Educação
- MP:** Medida Provisória
- MBNC:** Movimento pela Base Nacional Comum Curricular
- NEM:** Novo Ensino Médio

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCT: Políticas de Ciência e Tecnologia

PLACTS: Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade

PPGEC: Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

PNE: Plano Nacional de Educação

PNEM: Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio

PNLD: Programa Nacional do Livro e do Material Didático

ProEMI: Programa Ensino Médio Inovador

RCG: Referencial Curricular Gaúcho

RCG-EM: Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio

SCOT: Social Construction of Technology

SEB: Secretário de Educação Básica

SEDUC/RS: Secretária de Educação do Rio Grande do Rio Grande do Sul

TDIC: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

OEI: Organização de Estados Ibero-americanos

OCEM: Orientações Curriculares para o Ensino Médio

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNDIME: União dos Dirigentes Nacionais da Educação

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

INTRODUÇÃO

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), iniciado em meados do século XX e paulatinamente transposto para o meio acadêmico e escolar, tem por objetivo a formação reflexiva, crítica e cidadã dos estudantes, contrapondo concepções equivocadas acerca da natureza científica, tais como a neutralidade da Ciência, o positivismo lógico atrelado ao método científico, e a percepção de uma essência “salvacionista” da Ciência, cujas ideias são difundidas na sociedade desde a Revolução Científica iniciada no século XVI (Palacios *et al.*, 2003). Também, eventos históricos do século XX, como os impactos de duas Guerras Mundiais e episódios de derramamento de petróleo nos oceanos contribuíam para a problematização dos engendramentos do desenvolvimento científico, emergindo a necessidade de repensar, reavaliar e ressignificar as dinâmicas da Ciência em função de efeitos causados na sociedade e no ambiente.

Nesse sentido, em estudos realizados por Santos e Mortimer (2000) e Auler e Delizoicov (2001), foi apontado que temas éticos, econômicos, ambientais e políticos poderiam ser incluídos como questões sociais relevantes aos conteúdos escolares, de forma que o desenvolvimento crítico dos estudantes perpassasse por uma formação ética e humanista. A articulação de discussões de Ciência e Tecnologia (CT) aos contextos sociais é destacada por Santos e Mortimer (2000), quando afirmam ser relevante haver a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) para uma educação em CTS, mediante o desenvolvimento de conhecimentos que contribuam para a capacidade crítica de tomada de decisões conscientes e responsáveis.

Em diversos países, a partir dos anos finais da década de 1970, os objetivos da educação em CTS foram gradualmente inseridos nos currículos da área de Ciências. Mas, no Brasil, a perspectiva CTS no contexto educacional só teve início no final da década de 1990 (Santos, 2011).

Sendo a educação um campo de disputa, enquanto local de articulação de políticas públicas, os sistemas educativos se organizam em torno de um elemento central, o currículo. Para Sacristán (2000), o currículo deve tratar valores e pressupostos dentro de uma perspectiva histórica que considera a cultura, a sociedade e a política na educação escolar. Segundo esse autor, o projeto cultural e

de socialização que a escola difunde não é neutro, devendo o currículo ser entendido como uma invenção social que cristaliza forças, interesses e valores dos grupos sociais dominantes. Daí, nosso entendimento da pertinência de uma orientação em CTS transposta aos currículos, de modo a possibilitar o tratamento de questões sociais de forma mais ampla.

No Brasil, em âmbito federal, estadual ou municipal, os currículos escolares são materializados no cerne de políticas públicas educacionais, tendo suas formulações e reformulações perpassadas por diferentes influências e interesses. No caso da Educação Básica, reformas curriculares vêm sendo anunciadas, especialmente a partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/1996 (LDBEN/96), em um período marcado por intensas mudanças, visto que os governantes da época buscavam soluções para a crise econômica da década anterior (Shiroma; Moraes; Evangelista, 2004).

Segundo essas autoras, as mudanças educacionais iniciadas no governo Fernando Collor de Mello foram inspiradas na gestão de Margareth Thatcher no governo da Inglaterra (1979-1990), um governo marcado por ideias neoliberais, conservadoras, de privatização e de Estado mínimo. Nesse cenário, Collor tomou medidas econômicas que trariam consequências nocivas à economia brasileira, como a disparidade competitiva entre a indústria nacional e a internacional. Além disso, a educação foi considerada a chave para alavancar a produção econômica, formando trabalhadores qualificados para atender às exigências do mercado, além de capazes de dominar os “códigos da modernidade” para conseguir empregos e/ou manter seus postos de trabalho.

Com isso, a educação passou a ser balizada por diversas exigências de órgãos internacionais, que se refletiram em políticas públicas para a educação no país elaboradas mediante diagnósticos e proposições de soluções por parte destes agentes externos (Shiroma; Moraes; Evangelista, 2004). No governo de Itamar Franco, as mudanças pretendidas pelo governo Collor de Mello foram tomando forma e se cristalizaram no governo Fernando Henrique Cardoso, com a proposição da LDBEN/96, em meio a diversas conferências e publicações de órgãos multilaterais iniciadas desde o começo da década de 1990 (Shiroma; Moraes; Evangelista, 2004).

Uma das proposições da LDBEN/96 é a democratização do acesso à Educação Básica, que compreende a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Ao longo das duas décadas pós-LDBEN/96, os currículos formulados a partir dela

foram reestruturados sob influências políticas, ideológicas e econômicas, procurando atender a uma agenda neoliberal e de mercantilização da educação. Nas palavras de Silva (2018):

Predominantemente, a gramática mobilizada em tais políticas conduz os esforços na direção da empregabilidade ou ao atendimento das demandas do mundo empresarial. [...] A aquisição de qualificações ocupa um espaço privilegiado, em detrimento das disciplinas e dos conhecimentos escolares (Silva, 2018, p. 525).

No contexto em que se constata crescentes pressões políticas de influências neoliberais, outro aspecto apresentado é a utilização do conhecimento puramente alinhado às questões tecnocráticas, voltados à produção do capital e ao mundo do trabalho. Desde meados do século XIX e por todo o século seguinte, a validade do saber era medida por sua capacidade de proporcionar maior produtividade industrial, econômica e de subserviência ao capitalismo. A capacidade do conhecimento voltado para melhorar o ser humano, tanto em âmbito individual como nas suas interações, o apreço pelo saber, a reflexão sobre temas mais subjetivos - sendo esse o tipo de conhecimento “referido” como importante e necessário no movimento CTS - foram colocados em último plano (Sacristán, 2013).

Assim, o movimento CTS tem suas origens nas críticas a um modelo de desenvolvimento insustentável, do ponto de vista ambiental, e de uma falsa neutralidade na produção da CT, como se estas não fossem regidas por influências político-econômicas. Críticas que vão na mesma direção da proposição da teoria crítica de currículo, ao problematizar um modelo curricular para uma formação estritamente técnica, no qual seus personagens não são convidados à reflexão, mas sim formados para atuar em um modelo capitalista, regido por interesses de grupos dominantes. No cerne desse “jogo” de interesses, os currículos passam por formulações e reformulações mediante as conjunturas sociais de uma determinada época.

Como já mencionado, o movimento CTS foi transposto para o campo escolar, em especial para a área de Ciências da Natureza, com o objetivo de promover a criticidade e a capacidade de tomada de decisões assertivas por parte dos estudantes. Esperava-se que isso fosse posto em operação por meio da articulação dos conteúdos de Biologia, Física e Química com questões que envolvessem os engendramentos da produção científica, bem como seus impactos sociais nas dimensões políticas, econômicas, tecnológicas e ambientais. Dessa forma, essa transposição poderia ser

efetivada na materialização de documentos curriculares, enquanto instrumentos socialmente construídos e difundidos como políticas públicas educativas, balizados por diferentes forças político-econômicas.

Com essa breve apresentação da perspectiva CTS em relação à educação escolar, indico¹ meu interesse em investigar essa temática no âmbito da proposição curricular para o Novo Ensino Médio (NEM). Esse interesse se justifica pela minha trajetória como estudante da Educação Básica, como acadêmico do curso de Licenciatura em Química e como professor de Química na Educação Básica.

Desde o Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza, o estudo do universo, do sistema solar, dos planetas, do clima etc., me fascinou. Mais ao final do Ensino Fundamental e durante o Ensino Médio passei a me questionar sobre a aplicação dos conhecimentos de Ciências no cotidiano das pessoas e, desde aquela época, anunciava minha vontade de ser professor de Ciências.

Após o Ensino Médio, cursei a graduação em Licenciatura em Química em um Instituto Federal, tendo a oportunidade de participar de projetos de pesquisa sobre a temática CTS durante a graduação. Com essa experiência em pesquisa consegui compreender formas de articular o que é ensinado na escola com a vida social, de modo a reconhecer a importância de considerar, na educação escolar em Ciências da Natureza, os contextos históricos, sociais, políticos e econômicos em que ocorrem os avanços científicos.

Ademais, ainda durante a graduação, tive a oportunidade de estudar por um semestre na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança, em Portugal. Minha passagem naquela instituição, bem como minha trajetória anterior, motivou o tema de pesquisa do meu Trabalho de Conclusão de Curso, o qual versou sobre um estudo comparativo entre a perspectiva CTS em livros didáticos brasileiros (sob vigência do último Plano Nacional do Livro e do Material Didático - 2018) e manuais escolares portugueses (equivalentes aos livros didáticos brasileiros).

Com relação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), movimentos nacionais para a reestruturação curricular e a demanda por uma Base Nacional Comum tiveram início em 2009. Em 2013, uma rede de pessoas e instituições, não

¹ Nesta parte do texto de introdução, a redação está na primeira pessoa do singular para que melhor me apresente e faça uma breve síntese da minha jornada escolar/acadêmica, justificando assim a motivação em pesquisar sobre a temática dessa dissertação. Nas demais partes do texto a redação está na primeira pessoa do plural.

apenas ligadas à Educação, constituíram o Movimento pela Base Nacional Comum (MBNC) e passaram a trabalhar para a elaboração da Base. Em função desses movimentos iniciais, em 2014 foi produzida uma versão prévia desse documento, o qual não especificava objetivos para os diferentes ciclos de estudo, nem conteúdos de ensino, mas serviria como ponto de partida para que as diferentes áreas do conhecimento elaborassem uma base comum, tendo como referência direitos gerais de aprendizagem (Rosa; Ferreira, 2018).

Em 2015, foi publicada a primeira versão da BNCC, a qual foi disponibilizada para que, de forma on-line, houvesse possibilidade de enviar sugestões e considerações acerca do documento. Finalizado esse período e incorporadas as contribuições, uma segunda versão foi apresentada em 2016. Nesse mesmo ano, a então Presidente Dilma Rousseff sofreu *impeachment*, desencadeando um cenário que oportunizou alteração da agenda política educacional, a qual passou a ser norteadada marcadamente por uma outra concepção; poderíamos dizer, mais neoliberal.

Nesse contexto, o governo Michel Temer passou a indicar pessoas alinhadas às ideias reformistas para a Educação Básica ao Conselho Nacional de Educação. Nesse período, havia o trabalho em rede do MBNC, cujos participantes² exerceram forte influência para a construção da BNCC. Em 2017, uma terceira versão do documento foi socializada, apenas para a Educação Infantil e para o Ensino Fundamental. A terceira versão da BNCC para o Ensino Médio foi divulgada só em 2018, a qual sofreu mudanças significativas em relação às versões anteriores (Rosa; Ferreira, 2018).

Com relação ao Ensino Médio brasileiro, desde o final dos anos de 1990 (pós LDBEN/96), mudanças curriculares tiveram início com a criação das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio em 1998 (DCNEM) (Brasil, 1998b). Tais DCN nortearam a construção de outros documentos curriculares, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 2000, 2002, 2006), e novas DCNEM foram homologadas em 2012 (Brasil, 2012), as quais serviram de base para a implementação de reformas curriculares, como o Ensino Médio Politécnico (EMP), no estado do Rio Grande do Sul (Rio Grande de Sul, 2011).

² A título de exemplo pode-se citar o Instituto Natura, Instituto Unibanco e Fundação Lemann (entre outros).

Com o advento da BNCC, em meio as mudanças significativas que trouxe consigo, a reforma curricular para o Ensino Médio que havia sido criada em 2016, por meio da medida provisória 746/2016 (com alteração de artigos da LDBEN/96) e transformada na Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017a)³, foi legitimada e posta em operação mediante a atualização das DCNEM, pela Resolução CNE nº 3, de 21 de novembro de 2018 (Brasil, 2018a), contendo orientações para uma nova forma de estruturação curricular para essa etapa da Educação Básica.

Conforme Martins (2019), as discussões pertinentes às propostas de políticas curriculares e à reforma do Novo Ensino Médio (NEM) tiveram/têm a participação de agentes internacionais, como o Banco Mundial, entre outros, que desde os anos de 1990 vinham apontando problemas no sistema educacional brasileiro por considerarem-no ineficaz, com dificuldade de acompanhar o crescimento econômico e tecnológico etc., e, em função disso, precisaria passar por mudanças.

Com esse discurso, as políticas educacionais foram sendo elaboradas e justificadas em função da busca por melhores posições nos ranqueamentos internacionais, com pressupostos de uma perspectiva neoliberal, para a qual é necessária:

a aquisição de saberes universais, como os relacionados ao mercado, à vida, às tecnologias do mundo globalizado, à necessidade de formar uma elite dirigente, [...] nem sempre estão voltados às relações democráticas de cidadania, numa perspectiva emancipatória (Martins, 2019, p. 72).

A reforma para o Ensino Médio, alinhada à BNCC⁴ por meio de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes na educação geral básica e nos itinerários formativos, de certo modo, direciona a formação dos discentes para estarem aptos e moldáveis às demandas do mercado em detrimento de uma

³ Destaco que essa pesquisa foi realizada de acordo com a reforma do Ensino Médio implementada pela Lei nº 13.415/2017, a qual estava em vigor no período de realização da dissertação, não considerando a Lei nº 14.945, aprovada em 2024. Em março de 2024, a Câmara dos Deputados aprovou o PL 5.230/2023, o qual prevê uma nova reforma do Ensino Médio, com ampliação de carga horária para a Formação Geral Básica e redução de carga horária para os Itinerários Formativos. Após mudança de texto no Senado, o PL voltou para a Câmara dos Deputados e foi aprovado em 09/07/2024, seguindo para sanção presidencial. Dia 31/07/2024 o PL foi sancionado e transformado na Lei nº 14.945/2024. Disponível em <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2024/lei-14945-31-julho-2024-796017-publicacaooriginal-172512-pl.html>> <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2446531&filename=Tramitacao-PL%205230/2023>; <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2024-07/saiba-o-que-muda-no-ensino-medio-com-novo-texto-aprovado-no-congresso>>. Acesso em 11/07/2024.

⁴ Ou seria a BNCC alinhada à reforma do EM? Já que as DCNEM foram homologadas, em 21/11/2018, antes da homologação da BNCC, que ocorreu em 14/12/2018.

organização que deveria ensejar direitos e objetivos de aprendizagem (Martins, 2019; Rosa; Ferreira, 2018).

A BNCC para o Ensino Médio recomenda a organização do currículo por áreas de conhecimento; entre elas está a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, organizada em duas temáticas: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos” (Brasil, 2018b). No texto introdutório do documento da área de Ciências, há menção ao contexto social, histórico e cultural referentes à ciência e tecnologia, os quais reconhecemos como pressupostos CTS para a Educação em Ciências da Natureza.

Diante de todas essas considerações, apresento este trabalho de pesquisa, cuja questão a ser investigada é: *como se materializa a perspectiva CTS para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias⁵/Química nas políticas curriculares reformistas do NEM?*

Nesse contexto, temos como objetivo geral *analisar a reforma curricular para o Ensino Médio à luz dos pressupostos CTS em documentos oficiais e em livros didáticos*. Para atender ao objetivo geral, são indicados os seguintes objetivos específicos:

- a. Pesquisar o histórico sobre o movimento CTS em relação à área educacional.
- b. Investigar a perspectiva CTS em documentos oficiais – DCN, BNCC e RCG – da área de CNT/Química, elaborados para a execução do NEM.
- c. Investigar a perspectiva CTS para o Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química em uma coleção de livros didáticos da área, elaborados sob vigência da BNCC-EM e do NEM.
- d. Organizar os achados da pesquisa e interpretar os resultados, a fim de compreender o modo como os princípios/pressupostos CTS são contemplados nos materiais em relação ao NEM.

Na sequência deste texto de introdução, no capítulo 1, apresentamos fundamentos teóricos sobre o campo do currículo (um breve histórico, teorias de currículo e compreensões sobre currículo e políticas de currículo), a partir de Silva (2002, 2016), Moreira (2002), Apple (2002) e Sacristán (1998, 2000, 2013), entre outros; e sobre o movimento CTS (histórico, concepções e articulação com a Educação em Ciências), embasados em Santos (2000, 2007, 2011), Mortimer (2000),

⁵ Daqui em diante denominaremos a área de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” como “CNT”.

Auler (2001, 2003, 2007), Delizoicov (2001), Palacios (2003), Linsingen (2007) e Bazzo (2001), entre outros.

No capítulo 2, apresentamos o aporte metodológico da pesquisa, com abordagem qualitativa a partir de Günther (2006) e Moreira (2011), por meio de Análise Documental (Gil, 2008; Marconi; Lakatos, 2003), utilizando a Análise de Conteúdo (Bardin, 2011; Lüdke; André, 2013) como método de análise dos dados empíricos em documentos curriculares oficiais e em livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química para o Novo Ensino Médio.

No capítulo 3, apresentamos os materiais de análise para essa dissertação de mestrado: documentos legais (DCNEM/2018, BNCC-EM/2018, RCGEM/2021) e a coleção Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Ensino Médio. Em um primeiro momento, apontamos aspectos históricos sobre as políticas de currículo para o Ensino Médio desde a LDBEN/96 até o advento da BNCC-EM e NEM, em nível nacional, e o RCG-EM, em nível estadual, buscando tecer algumas considerações acerca da perspectiva CTS ao longo dessa revisão histórica. Na sequência, apresentamos a BNCC-EM e o RCG-EM, com foco na área de CNT/Química, bem como os quadros de competências, gerais e específicas, e as habilidades relacionadas.

No capítulo 4, apresentamos os resultados da pesquisa, os quais foram organizados em duas categorias de análise: “Educação em Ciências: CTS em questões ambientais antrópicas e sustentabilidade” e “Educação em Ciências: CTS em relação à cidadania, saúde/bem-estar e mundo do trabalho”.

Por último, tecemos as considerações finais sobre o trabalho de pesquisa realizado.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Teorias e concepções de currículo

Para Hornburg e Silva (2007), o currículo está diretamente relacionado ao desenvolvimento das pessoas, além de questões relacionadas à luta de classes, questões de raça e gênero, ao cotidiano dentro e fora da escola, não se limitando apenas aos conteúdos disciplinares. Dessa forma, consideram que o currículo determina aos sujeitos que constituem a escola, formas de interpretar o mundo, o que vemos como o aspecto político do currículo.

Shiroma, Moraes e Evangelista (2004) apresentam um breve histórico da palavra “política”, a qual tem origem grega e refere-se a tudo o que permeia a cidade: o urbano, o civil, o público e o social. Também destacam a articulação entre o conceito de política e o poder do Estado, tendo este o dever de regular, legislar, planejar e intervir em uma sociedade política. Para essas autoras,

as políticas educacionais, mesmo sob semblante muitas vezes humanitário e benfeitor, expressam sempre as contradições supra referidas. Não por mera casualidade. Ao longo da história, a educação redefine seu perfil reprodutor/inovador da sociabilidade humana. Adaptar-se aos modos de formação técnica e comportamental adequados à produção e reprodução das formas particulares de organização do trabalho e da vida. O processo educativo forma as aptidões e comportamentos que lhes são necessários, e a escola é um dos seus *loci* privilegiados (Shiroma; Moraes; Evangelista, 2004, p.9).

Ao citarem a obra “O capital”, de Marx, as autoras apontam a existência de relações contraditórias e de forças entre a sociedade civil (economia) e a sociedade política (Estado). Nesse cenário, as políticas públicas sociais advindas do Estado (saúde, educação, seguridade, cultura, previdência) configuram-se como estratégicas aos interesses de um Estado capitalista, o qual colabora para a manutenção do controle social em prol do capital (Shiroma; Moraes; Evangelista, 2004). Ao mesmo tempo, o compromisso do Estado não deve ser exclusivo aos ensejos de uma determinada classe social; logo, as políticas públicas tornam-se um território de disputas na implementação de decisões governamentais, mediante a sua habilidade de geri-las e administrá-las (Shiroma; Moraes; Evangelista, 2004).

Ao considerar o papel do currículo na formação dos sujeitos e ao analisar seus efeitos, é importante conhecer a teorização do campo curricular, por meio das teorias de currículo. Para Silva (2016), qualquer teoria sobre currículo parte de questões

como: qual conhecimento deve ser ensinado? O que seria um conhecimento válido para se tornar parte do currículo? O que os estudantes devem ou não saber? Dessa forma, os currículos estão implicados explícita ou implicitamente em selecionar parâmetros que justifiquem essas perguntas.

Segundo Silva (2016), o currículo como objeto de estudo passou a “existir” por volta de 1920, nos Estados Unidos da América (EUA), época de grande industrialização, de movimentos migratórios e de massificação da escola. Bobbit foi um dos primeiros a escrever sobre currículo na obra “The Curriculum”, publicada em 1918, em um momento histórico nos EUA, no qual forças políticas, culturais e econômicas buscavam a criação de objetivos educacionais que fossem ao encontro de suas proposições, as quais seriam executadas por meio da escola de massas.

Atrelada a esse momento histórico, a *teoria tradicional de currículo* é marcada pelo ensino, aprendizagem, objetivos, metodologia, didática, organização, planejamento, avaliação e eficiência, em um modo de pensar/materializar o currículo que parte da analogia com a fábrica, com os estudantes sendo vistos como um produto fabril. Nesse primeiro momento da criação do campo de pesquisa houve a busca pela racionalização do processo de construção da aprendizagem. Para Silva (2016, p. 15),

O currículo é sempre o resultado de uma seleção: de um universo mais amplo de conhecimentos e saberes seleciona-se aquela parte que vai constituir, precisamente, o currículo. As teorias do currículo, tendo decidido quais conhecimentos devem ser selecionados, buscam justificar por que “esses conhecimentos” e não “aqueles” devem ser selecionados.

No caso do modelo tradicional de currículo, este se mostrou adequado para o ideal de formação racional e ilustrada do ideal humanista, pois, conforme Silva (2016), tal teoria assume um caráter neutro e desinteressado ao currículo, para o qual a importância dada à técnica, ao “como ensinar?”, torna-se mais importante de “o que ensinar?”. Ligada intrinsecamente a questões sobre “o quê?” ensinar, na perspectiva tradicional há interesse em pensar sobre o que as pessoas devem ser ou se tornar.

Segundo esse autor, alinhado à ideia de administração científica de Frederick Taylor, Bobbit propôs que a escola funcionasse como uma empresa, de forma a tornar viável a previsão de resultados calcados em objetivos e habilidades necessárias para executar com eficiência as atividades profissionais da vida adulta. Essa concepção de currículo proposta por Bobbit foi consolidada por Ralph Tyler como algo estritamente técnico, organizacional e desenvolvimentista, dando centralidade aos objetivos

educacionais; à organização de experiências educacionais para atendimento aos objetivos; e aos sistemas de avaliação do atendimento aos objetivos.

Além disso, Tyler propôs que os objetivos educacionais incorporassem estudos sobre os aprendizes, suas vidas fora do contexto escolar, com a contribuição de especialistas de diferentes áreas (Silva, 2016). Além da vertente tecnicista do currículo tradicional de Bobbit e Tyler, Silva (2016) refere John Dewey, que teria seguido uma linha mais progressista, ao ressaltar a importância das experiências das crianças e dos jovens para a construção do currículo, considerando a construção da democracia mais importante do que o funcionamento da economia. Mas, a visão progressista de Dewey foi menos influente do que a de a visão tecnicista de Bobbit e Tyler que, alinhada a um modelo de educação científica, “organizava” o currículo pelo mapeamento de habilidades e objetivos que pudessem ser aferidos ao final do processo.

No entanto, a década de 1960 foi marcada por intensos movimentos sociais, como o da contracultura, do feminismo, da libertação sexual, dos protestos relacionados às guerras em diferentes países, bem como os de emancipação de colônias, até então europeias, e da ditadura militar no Brasil, sendo esses marcos impulsionadores para repensar o currículo educacional brasileiro (Silva, 2016). Com o currículo tradicional sendo questionado houve espaço para uma teorização *crítica de currículo*, a qual apontou que injustiças e desigualdades sociais seriam provenientes de um *status quo* reforçado pelo modelo tradicional de currículo, cuja natureza era de aceitação e adaptação.

Para a teoria crítica, a construção do currículo deveria considerar o questionamento e a transformação radical, sendo que “o importante não é desenvolver técnicas de como fazer o currículo, mas desenvolver conceitos que nos permitam compreender o que o currículo faz” (Silva, 2016, p. 30). Entre esses conceitos estariam associados, como representativos da teorização crítica de currículo, termos como ideologia, reprodução cultural e social, poder, classe social, capitalismo, relações sociais de produção, conscientização, emancipação e libertação, currículo oculto e resistência.

Já nos anos de 1990, com a compreensão de que o currículo deveria contemplar, além da luta de classes, também outras lutas, para dar visibilidade ao multiculturalismo, problematizando a perpetuação da cultura de povos dominantes pela reprodução de seus comportamentos, hábitos e práticas como hegemônicos,

temos a emergência da *teoria pós-crítica de currículo*. Ela chega sinalizando um olhar direcionado a conceitos de identidade, alteridade, diferença, subjetividade, significação e discurso, saber-poder, representação, cultura, gênero, raça, etnia, sexualidade e multiculturalismo (Silva, 2016).

O multiculturalismo nasce no campo curricular nos EUA, ao problematizar os currículos universitários tradicionais que protagonizavam a cultura branca, masculina, europeia e heterossexual em detrimento aos grupos sociais subordinados: mulheres, negros, homossexuais, de modo a manter a hegemonia da cultura dominante, representada nesses currículos. Vê-se, assim, que as questões culturais não se dissociam de questões de poder, daí a importância de conferir ao multiculturalismo uma representação de luta política (Silva, 2016).

Em perspectivas críticas e pós-críticas é problematizada a hegemonia cultural e o viés humanista de que se “deve ter respeito e tolerância” com as diferentes culturas, chamando a atenção para o fato de que é necessário analisar as questões de poder imbricadas nesse processo, que não deixa perceber o quanto quem tolera pode ser visto como alguém superior, ou como o respeito está atrelado a um essencialismo cultural (Silva, 2016).

Para Silva (2016), as diferentes teorias de currículo e seus pressupostos modelam currículos que também modelam as pessoas, assim, é preciso reflexão sobre:

Qual é o tipo de ser humano desejável para um determinado tipo de sociedade? Será a pessoa racional e ilustrada do ideal humanista de educação? Será a pessoa otimizada e competitiva dos atuais modelos neoliberais de educação? Será a pessoa ajustada aos ideais de cidadania do moderno estado-nação? Será a pessoa desconfiada e crítica dos arranjos sociais existentes preconizada nas teorias educacionais críticas? A cada um desses "modelos" de ser humano corresponderá um tipo de conhecimento, um tipo de currículo (Silva, 2016, p. 15).

Assim, não é difícil compreender que as políticas públicas de currículo são produzidas em meio a disputas sobre o direcionamento dado ao tipo de formação desejada às crianças e jovens que frequentam a escola.

Nesse sentido, e após essa breve descrição das teorias curriculares, indicamos que este trabalho de pesquisa se inscreve na *perspectiva crítica de currículo*, com articulação da vertente CTS, considerando, por exemplo, as relações sociais de produção e os efeitos do capitalismo para as questões ambientais e educacionais.

No panorama da teoria crítica de currículo, destaca-se que, conhecidas na década de 1960, teorias sociais europeias como a fenomenologia, a hermenêutica, a

teoria crítica da Escola de Frankfurt e o marxismo serviram de apoio para a contestação dos currículos tradicionais, dado um cenário social de desigualdade e injustiças, que reproduziam as estruturas dominantes (Moreira; Silva, 2002).

Nos EUA, as formas de crítica ao modelo tradicional de currículo compreenderam, respectivamente, as questões econômicas de classe e dominação na reprodução cultural. A I Conferência sobre Currículo em Nova York, em 1973, cristalizou a insatisfação em relação aos conceitos tecnocráticos, burocráticos, apolíticos e ateóricos conferidos aos currículos tradicionais, principalmente por pessoas ligadas ao campo educacional. Essa articulação ficou conhecida como “movimento de reconceptualização”, problematizando, a partir da fenomenologia e da perspectiva marxista, os pilares dos currículos tradicionais, pois, “as categorias de aprendizagem, objetivos, medição e avaliação nada tinham a ver com os significados do ‘mundo da vida’ através dos quais as pessoas constroem e percebem sua experiência” (Silva, 2016, p. 37), e que “a ênfase na eficiência e na racionalidade administrativa apenas refletia a dominação do capitalismo sobre a educação e o currículo, contribuindo para a reprodução das desigualdades de classe” (p. 38).

A perspectiva fenomenológica associada ao currículo considera a subjetividade e a experiência vivida como centrais no afastamento de um currículo mais tradicional, que opostamente privilegia a técnica e a burocracia na estruturação curricular; nesse contexto, a fenomenologia é a que mais se afasta do antigo modelo curricular (Silva, 2016). Como diz o autor:

Assim, enquanto no currículo tradicional os estudantes eram encorajados a adotar a atitude supostamente científica que caracterizava as disciplinas acadêmicas, no currículo fenomenológico eles são encorajados a aplicar à sua própria experiência, ao seu próprio mundo vivido a atitude que caracteriza a investigação fenomenológica (Silva, 2016, p. 41).

Além disso, a fenomenologia incorpora a hermenêutica e a autobiografia como estratégias de teorização do currículo. A primeira alude aos diferentes significados e interpretações que os textos podem possuir (em detrimento a um sentido único), e a autobiografia enfatiza os aspectos formativos na construção dos currículos, questionando de que forma nossas subjetividades e identidades são formadas (Silva, 2016). Desse modo, essa perspectiva permite articular o desenvolvimento do indivíduo em contexto educacional, num âmbito em que os currículos tradicionais não preveem.

Na teorização crítica, os currículos não são neutros ou desinteressados, eles estão imersos em relações de ideologia, cultura e poder:

Sua questão central seria, pois, não tanto "o quê?", mas "por quê?". Por que esse conhecimento e não outro? Quais interesses fazem com que esse conhecimento e não outro esteja no currículo? Por que privilegiar um determinado tipo de identidade ou subjetividade e não outro? As teorias críticas e pós-críticas de currículo estão preocupadas com as conexões entre saber, identidade e poder (Silva, 2016, p. 16).

De acordo com Moreira e Silva (2002) e Silva (2016), Althusser⁶, em ensaio intitulado "A ideologia e os aparelhos ideológicos do Estado" trata sobre a relação entre ideologia e educação, em uma análise marxista da sociedade, a qual considera só ser possível a permanência da sociedade capitalista pela reprodução de seus componentes ideológicos, de forma a garantir que o *status quo* não seja questionado. Para Althusser, ideologia é um conjunto de crenças que induzem a encarar como boas e desejáveis as estruturas sociais já existentes; que, no caso, eram as da sociedade capitalista.

Ao buscar entender como a escola e a educação contribuem para que a permanência da sociedade capitalista, Althusser aponta que as crenças transmitidas aos estudantes durante o contato com os conteúdos disciplinares promovem concepções boas e desejáveis do arranjo social capitalista (Moreira; Silva, 2002; Silva, 2016), uma vez que:

[...] a ideologia atua de forma discriminatória: ela inclina as pessoas das classes subordinadas à submissão e à obediência, enquanto as pessoas das classes dominantes aprendem a comandar e a controlar. Essa diferenciação é garantida pelos mecanismos seletivos que fazem com que as crianças das classes dominadas sejam expelidas da escola antes de chegarem àqueles níveis onde se aprendem os hábitos e habilidades próprios das classes dominantes (Silva, 2016, p. 32).

Diante disso, a escola, como meio de disseminação ideológica, acabaria por possuir um papel central na formação de uma população que permaneceria por longo período na educação escolar, conhecendo e absorvendo as ideologias disseminadas pelo currículo em disciplinas que possibilitassem a transmissão mais explícita de conceitos atrelados a sociedade, como História e Geografia, e de maneira indireta nas disciplinas de Ciências e Matemática (Moreira; Silva, 2002; Silva, 2016). Uma outra compreensão à educação escolar, como crítica ao conceito marxista de "reprodução",

⁶ Louis Althusser foi um francês reconhecido pelas suas obras filosóficas de viés marxista, tendo como principal referência a obra "Ideologia e Aparelhos ideológicos de Estado". É considerado um dos intérpretes contemporâneos mais influente da obra "O Capital". Fonte: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/q3nqm93fyCzzssBLrKkKFmQ/>>.

é a de “capital cultural” dos sociólogos franceses Pierre Bourdieu⁷ e Jean-Claude Passeron⁸, para os quais, a escola e a cultura funcionam como a economia (Silva, 2016). Para esses sociólogos,

A cultura que tem prestígio e valor social é justamente a cultura das classes dominantes: seus valores, seus gostos, seus costumes, seus hábitos, seus modos de se comportar, de agir. Na medida em que essa cultura tem valor em termos sociais; na medida em que ela vale alguma coisa; na medida em que ela faz com que a pessoa que a possui obtenha vantagens materiais e simbólicas, ela se constitui como capital cultural (Silva, 2016, p. 34).

Bourdieu e Passeron comentam que a inserção da cultura dominante na escola ocorre por meio da exclusão, uma vez que os processos escolares, o currículo, a linguagem e as relações na escola são balizadas pela cultura dominante. Com isso, estudantes com possibilidade de contato com os códigos dessa cultura conseguiriam ascender aos níveis educacionais mais elevados, pois conseguiriam transitar nesses espaços, tendo seu capital cultural fortalecido; enquanto para os estudantes que não são desse contexto, os códigos lhe são indecifráveis e seu capital cultural permaneceria invisibilizado (Silva, 2016).

Ademais, as escolhas que produzem o currículo ocorrem em meio a relações de poder, como apontado por Moreira e Silva (2002, p. 29):

o currículo, ao expressar essas relações de poder, ao se apresentar, no seu aspecto “oficial”, como representação dos interesses do poder, constitui identidades individuais e sociais que ajudam a reforçar as relações de poder existentes, fazendo com que os grupos subjugados continuem subjugados.

No campo de estudos sobre o currículo, a sociologia do currículo propõe compreender as relações entre “currículo e estrutura social, currículo e cultura, currículo e poder, currículo e ideologia, currículo e controle social” (Moreira; Silva, 2002, p. 16). Mas seria possível pensar uma sociologia do currículo, como sociologia do conhecimento escolar? Que aspectos sociais importantes poderiam ser articulados aos conhecimentos escolares? Esses currículos têm contribuído para a preservação e manutenção do *status quo*? Possibilitam que os estudantes reflitam criticamente

⁷ Pierre Bourdieu foi um importante sociólogo e pensador francês, autor de uma série de obras que contribuíram para renovar o entendimento da Sociologia e da Etnologia no século XX. Durante as décadas de 1960 e 1970, Bourdieu se dedicou a pesquisas como etnólogo que revolucionaram a Sociologia. Foi considerado um dos mais importantes intelectuais de sua época. Tornou-se referência na Antropologia e na Sociologia, publicando trabalhos sobre educação, cultura, literatura, arte, mídia, linguística, comunicação e política. Fonte <https://www.ebiografia.com/pierre_bourdieu/>.

⁸ Jean-Claude Passeron é um professor de sociologia da École des hautes études en sciences sociales. Escreveu em parceria com Pierre Bourdieu a obra “La Reproduction”, publicada em 1970. A primeira tradução dessa obra no Brasil recebe o título de “A reprodução: elementos para uma teoria geral do sistema de ensino”, publicada pela editora Francisco Alves em 1975. Fonte <<http://passeron123.blogspot.com/>>.

sobre questões que envolvem a ciência e a tecnologia, mas também a cultura, o ambiente, e a sociedade?

Diante do apresentado até aqui, na próxima seção direcionamos o panorama teórico para o currículo, a educação escolar e a Educação em Ciências.

1.2 Pensando aspectos gerais do currículo em relação à Educação Escolar e à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Para Sacristán (2000), o sistema educativo serve a certos interesses concretos e eles se refletem no currículo, pois a pretensa homogeneização da educação escolar busca atender a esses interesses, mesmo que os estudantes sejam diferentes e tenham outras necessidades e condições sociais. Esse autor destaca que o currículo contempla uma série de diretrizes que objetivam um projeto de cultura comum atrelado a um projeto de educação nacional.

Em sociedades autoritárias, o currículo expressará o tipo de cultura que o poder pretende impor; em sociedades democráticas, o currículo deve incorporar elementos da cultura comum (por consenso democrático) articulados às necessidades dessas comunidades. Em sociedades de cultura mais homogênea, a determinação desses núcleos se torna mais fácil do que em sociedades que possuem culturas mais heterogêneas e que se propõem a acolhê-las. Levando isso em conta, Sacristán (2000) diz que:

Neste aspecto a política curricular se converte num elemento da política educativa e cultural como expressão também da política social para toda uma comunidade. Na decisão de que cultura se define como mínima e obrigatória está se expressando o tipo de normatização cultural que a escola propõe aos indivíduos, a cultura e o conhecimento considerado valioso, os padrões pelos quais todos serão, de alguma forma, avaliados e medidos, expressando depois para a sociedade o valor que alcançaram nesse processo de normalização cultural (Sacristán, 2000, p. 112).

No caso da educação escolar, o currículo é proposto e operado em um dado momento histórico e social específico. Sacristán (2000) refere que, embora o currículo seja visto como a expressão formal e material de um projeto de educação por meio dos conteúdos e orientações para abordá-los, a prática do currículo manifesta também questões políticas, econômicas etc., podendo ele ser compreendido/definido como: a) tendo uma função social, em uma ponte entre a sociedade e a escola; b) um projeto ou plano educativo composto de diferentes aspectos, experiências, conteúdos etc.; c) a expressão formal e material desse projeto com conteúdos e orientações; d) campo

prático; e) atividade discursiva acadêmica e pesquisadora (p. 14-15). Ainda, de acordo com esse autor, entender o currículo como um campo prático, implica:

1) analisar os processos instrutivos e a realidade da prática a partir de uma perspectiva que lhes dota de conteúdo; 2) estudá-lo como território de intersecção de práticas diversas que não se referem apenas aos processos de tipo pedagógico, interações e comunicações educativas; 3) sustentar o discurso sobre a interação entre a teoria e a prática em educação (p. 14).

Mas afirma também que, em termos práticos e sintéticos, o currículo comporta aquilo que os discentes estudam por meio de conteúdos considerados válidos a serem ensinados e aprendidos, de forma organizada e seletiva, o que influenciará na prática pedagógica, marcando seu poder regulador (Sacristán, 2013). Além dessas questões, o currículo prescreve o tempo necessário para o aprendizado dos estudantes, apontando também o poder de regulação sobre as pessoas.

Essa regulação do currículo está baseada, segundo Sacristán (1998, 2013), na cultura específica do “conhecimento escolar”, na qual os conteúdos selecionados para o ensino não são expostos de maneira “bruta” ou abstrata, mas no contexto de ensino, em um processo de mediação, com padrões eficientistas que constituirão “o padrão sobre o qual se julgará o que será considerado sucesso ou fracasso, o normal ou anormal, o quanto é satisfatória ou insatisfatória a escola, quem cumpre o que é estabelecido e quem não o faz” (Sacristán, 2013, p. 19).

Nesse contexto, a definição e organização dos conteúdos curriculares são influenciadas por critérios específicos que determinam o que deve ser aprendido e em que sequência, refletindo escolhas culturais, sociais e políticas que moldam o conhecimento escolar. Esses critérios não apenas estabelecem o que é considerado essencial para o aprendizado, mas também delimitam as expectativas e os objetivos educacionais que serão adotados nas práticas pedagógicas diárias. A seleção e organização desses conteúdos, portanto, têm um impacto direto na formação dos estudantes e na maneira como o sucesso acadêmico é avaliado e compreendido.

Dada essa organização e ao poder regulador do currículo, este incorpora aspectos estruturantes e por ele estruturados, como a divisão do tempo escolar e a delimitação e organização dos conteúdos, o tempo de aprender e o tempo livre, as atividades possíveis de ensinar, os comportamentos tolerados e estimulados, a identidade e formação dos professores etc. (Sacristán, 2013).

Na área de Ciências da Natureza essas estruturas também são contempladas e esses conhecimentos prescritos/previstos, e as atividades de ensino direcionam o

olhar dos estudantes para a sua compreensão de mundo. Para Chassot (2003), até o início dos anos 1990, o ensejo seria fazer com que os discentes adquirissem o conhecimento científico por meio do contato massivo com os conteúdos de Ciências, destacando a importância em pensar no modo como o ensino de Ciências vinha sendo realizado.

Sobre o tratamento dos conhecimentos escolares na área de Ciências, um dos índices de eficiência estabelecido pelos professores estava em aferir a capacidade dos estudantes em “receber” conhecimentos, que, após as provas, eram esquecidos (Sacristán, 2013), sendo necessário repensar essa prática. Em contraposição a esse modelo, Chassot (2003) aponta que a partir do final do século XX as propostas curriculares começaram a levar em consideração as dimensões pessoais e sociais dos estudantes, mas, também, que o desafio seria procurar uma “ciência da escola” ou um “saber escolar”, que envolvesse articulações com outros saberes sociais, a fim de atender as demandas da escolarização, que são diferentes do “saber acadêmico” (Chassot, 2003, p. 91).

Trouxemos essas considerações procurando indicar que, embora, o currículo seja o meio de organização das práticas na escola, reconhecer o papel do currículo nas diferentes áreas do conhecimento nos permite pensar sobre os efeitos sociais do que é ensinado para os estudantes e suas comunidades. Isso implica ter um olhar apurado para as fases processuais do currículo: o legal/prescrito, aquele apresentado pelos textos oficiais e que expõe os objetivos/metas/fins almejados; o currículo interpretado pelos professores e pelos materiais didáticos; o currículo que é efetivamente desenvolvido junto aos estudantes; os efeitos produzidos pelos receptores das práticas articuladas; e o currículo avaliado e que é representado pela dimensão visível dos conteúdos.

Entre essas “caracterizações” do currículo em ação, para Sacristán (1998), existiria também um currículo oculto, um currículo não oficial, mas que faz parte da vivência e experiência dos estudantes, permeia o ambiente escolar, os comportamentos, a adaptação, a sobrevivência, o respeito, bem como as relações de autoridade, as formas de avaliação, dentre outros aspectos. Ainda:

O currículo oculto das práticas escolares tem uma dimensão sócio-política inegável que se relaciona com as funções de socialização que a escola tem dentro da sociedade [...]. Hábitos de ordem pontualidade, correção, respeito, competição-colaboração, docilidade e conformidade são, entre outros, aspectos inculcados consciente ou inconscientemente pela escola que denotam um modelo de cidadão/dã (Sacristán, 1998, p. 132).

Nessa direção, seja o currículo oculto, seja o currículo oficial, esses detêm a capacidade de produzir efeitos nos estudantes e na sociedade, de modo mais amplo. Para Chassot (2003), assim como somos alfabetizados linguisticamente, também, somos alfabetizados cientificamente, de modo a sermos capazes de “ler o universo”:

Entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida (Chassot, 2003, p. 91).

O autor sustenta que uma alfabetização científica tende a possibilitar a inclusão social, na qual a ciência seja “facilitadora do estar fazendo no mundo” (Chassot, 2003, p. 93). Para além da capacidade de tornar o cidadão um leitor do mundo natural, os alfabetizados cientificamente também devem perceber a necessidade de transformá-lo em um lugar melhor, levando em consideração os aspectos científicos nestes processos e em detrimento à destruição do planeta.

Nesse cenário, ressalta-se a importância em enfatizar e direcionar a atenção para os efeitos da educação escolar na vida dos estudantes e da sociedade em que vivem, devendo a cultura do conhecimento escolar ser avaliada de forma a ser possível o seu poder de transformação. Por isso, as intenções expostas e declaradas no desenvolvimento do currículo devem ser capazes de sistematizar, depurar, e enriquecer aquilo que se consegue alcançar na realidade [dos estudantes] (Sacristán, 2013).

No Brasil, as diferentes políticas de currículo, desde a LDBEN/96 e no atual contexto da BNCC e da reforma para o Ensino Médio, vêm apresentando anúncios de mudanças que implicam a incorporação de habilidades e competências prescritas para atender demandas do mundo do trabalho e da economia. Em especial, no caso da reforma para o Ensino Médio (em articulação à BNCC-EM), a formação dos estudantes atende interesses neoliberais, cabendo-nos refletir sobre como o tratamento dos conhecimentos científicos e tecnológicos poderia mobilizar saberes sobre consumo, meio ambiente, saúde etc.

Como já dito, Sacristán (1998) considera o currículo como uma seleção limitada da cultura, da qual emergem questões de significado social e político que envolvem questionamentos sobre os conteúdos de ensino, tais como “quem está autorizado a participar nas decisões do conteúdo da escolaridade?” ou “por que ensinar o que se ensina deixando de lado muitas outras coisas?” (p. 124). Para o autor, o território conflituoso e controverso em que se assenta o currículo, que não é neutro, nem

universal ou inerte, suscita também outros questionamentos, como: “quais valores o currículo escolhido tem para os indivíduos e para a sociedade?; a serviço de quê ou de quem está esse poder regulador, e como ele nos afeta?”, pois considera que:

O pensamento sobre o currículo tem de desvelar sua natureza reguladora, os códigos por meio dos quais ele é feito, que mecanismos utiliza, como é realizada essa natureza e que consequências podem advir de seu funcionamento. (...) Também é preciso explicitar, explicar e justificar as opções que são tomadas e o que nos é imposto; ou seja, devemos avaliar o sentido do que se faz e para o que o fazemos (Sacristán, 2013, p. 23).

As políticas curriculares que propõem reformas para a Educação Básica são materializadas em propostas que prescrevem competências, metas e objetivos a serem atingidos por meio de disciplinas básicas obrigatórias, atreladas a um currículo nacional e articuladas a um sistema de avaliação nacional. Isso, de certa forma, contribui para difundir ideais de “conhecimento verdadeiro”, além de pressões para que as escolas estejam alinhadas às necessidades empresariais e industriais (Apple, 2002a).

Para esse autor, a ideia de um currículo nacional implica na existência de mecanismos tendenciosos em prejudicar os mais socialmente vulneráveis, sendo essa proposta de currículo defendida por partidos de direita, em diferentes países. O currículo nacional idealizado por esses governos estabelece metas e “objetivos a serem alcançados” (Apple, 2002b, p. 63), gerando uma expectativa de que essas metas e objetivos concorram para uma “elevação do nível” dos discentes, sendo as escolas culpabilizadas caso isso não ocorra (Apple, 2002b).

Para ele, o currículo nacional é centrado na ideia de um currículo comum que seleciona uma cultura dita comum, mas que na realidade é um recorte do que é hegemônico, que ignora as diferenças culturais, religiosas e linguísticas. Assim, um currículo nacional funciona de modo

predominantemente monocultural [...], são fundamentais a manutenção das noções hierárquicas vigentes acerca do que é importante como conhecimento oficial, a restauração dos tradicionais padrões e valores “ocidentais”, o retorno a uma pedagogia “disciplinada” (Apple, 2002b, p. 79).

Apple afirma que, nos EUA, passou a ser difundido pela direita que crises econômicas, falta de empregos e de competitividade econômica são culpa de órgãos públicos e das escolas que romperam com os “valores” tradicionais. Dessa forma, culpabilizam o que é público e supervalorizam o que é privado, tendo a expectativa de que as escolas se articulem ao modelo econômico de livre mercado, ao oferecer opções de vale-educação e créditos fiscais (Apple, 2002b). Como diz o autor,

O currículo nacional possibilita a criação de um procedimento que pode supostamente dar aos consumidores escolas com “selos de qualidade” para que as “forças de livre mercado” possam operar em sua máxima abrangência. Se for para termos um mercado livre na educação, oferecendo ao consumidor um atraente “leque de opções”, então o currículo nacional e sobretudo o sistema de avaliação nacional atuarão, em essência, como uma “comissão de vigilância do Estado” para controlar os “excessos” do mercado (Apple, 2002b, p. 74).

Esse modelo que pode atuar como um “selo de qualidade” também pode acentuar a segregação e as diferenças de classe social já existentes entre os estudantes, por meio de um mecanismo que os classifica e os categoriza sob normas rígidas e desconhecidas quanto sua origem social, em uma escola voltada para o mundo do trabalho. Isso, pois, o anseio por um currículo nacional que promova coesão cultural dentro de uma sociedade complexa e heterogênea, pode agravar as diferenças e os conflitos já existentes com a instituição de um currículo nacional que se torna “um mecanismo para o controle político do conhecimento” (Apple, 2002b, p. 80).

A teorização de Apple sobre o currículo único se aproxima bastante das políticas curriculares brasileiras para o Ensino Médio, uma vez que os argumentos do autor são bastante semelhantes aos que apontam que a reforma em curso, com uma Base Nacional Curricular e uma reforma contundente para o Ensino Médio, pode abrir margem para que a mercantilização e privatização sejam cada vez mais reais no campo educativo.

Além dessas considerações acerca da proposta de um currículo comum, destacamos também o risco do currículo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias ficar “engessado” pela diminuição de tempo para atender a formação básica, deixando de tratar, por exemplo, conhecimentos de Ciência e Tecnologia envolvendo os impactos ambientais e para a saúde decorrentes do consumo indiscriminado de agrotóxicos. Isso seria um equívoco, uma vez que a escola deixaria de preparar os jovens para argumentar de forma consistente contra a liberação (sem critérios científicos) do uso desses produtos químicos em nome do aumento da produtividade agrícola, com a justificativa de atenuar a insegurança alimentar, principalmente em nações subdesenvolvidas, em que, mesmo com uma produção de alimentos em larga escala (com o uso indiscriminado de agrotóxicos), o problema de insegurança alimentar não foi resolvido. Para Roskosz (2020), assim, o problema não estaria na produção de alimento, mas sim na sua política de distribuição.

Dados de pesquisa realizada por Roskosz (2020) indicam os malefícios dos agrotóxicos no ambiente e na saúde humana, no entanto, essas informações não são amplamente divulgadas, visto que repercussões negativas sobre esse tema são desinteressantes para as grandes organizações econômicas que se beneficiam dos lucros obtidos pela comercialização desses produtos. Não obstante, discussões como essas vão contra o *status quo* dos grupos dominantes que ensejam homogeneizar os currículos. Para Apple (2002b, p. 76), um currículo democrático precisa remontar às diferentes culturas e interesses que o originaram afim de “explicarem a si mesmos e se subjetivarem”.

Nesse sentido, Sacristán (2000) aponta um outro aspecto que mostra a construção curricular como não democrática: a inexistência da participação dos professores nos encaminhamentos (pensar, planejar, elaborar, etc.) do sistema escolar, que pode ser em função da falta de formação para tal, e/ou pela normalização de que o corpo docente não precisa participar, pois é considerado profissionalmente como executor da prática, deixando a cargo da burocracia administrativa as decisões referentes ao currículo.

Então, em momentos de mudanças no sistema escolar, por pressões adaptativas à evolução cultural e econômica da sociedade, essas mudanças são feitas por adaptação, por reforma ou por resistência (Sacristán, 2000), sendo que no sistema de produção-reprodução do saber há poucas esferas compostas por instituições e pessoas que reflitam sobre as reverberações que essas mudanças podem ocasionar na educação em geral. Para o autor, assim, a necessidade dos estudantes acaba ficando em segundo plano, uma vez que o currículo seria, *a priori*, influenciado pelas demandas políticas, sociais e econômicas.

No Brasil, nessas duas primeiras décadas do século XXI, blocos neoconservadores e neoliberalistas vêm influenciando políticas curriculares balizadas por concepções mercadológicas de educação, para a produção de uma BNCC alinhada à reforma do Ensino Médio (e não o contrário, como seria o esperado) que impacta fortemente a formação dos estudantes e o trabalho dos professores (Rosa; Ferreira, 2018). Bem como, isso tem efeitos na Educação em Ciências, sendo sim desejável que os estudantes tenham acesso ao conhecimento científico e tecnológico, mas que também compreendam que esses conhecimentos têm suas relações com a sociedade, o que pode ser possibilitado pela presença da perspectiva CTS nos currículos de Ciências.

1.3 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Educação em Ciências

Chalmers (1993), ainda nos anos de 1990, destacou que os diferentes meios de disseminação de informações em nossa sociedade conferiam concepções de confiabilidade e infalibilidade a questões referentes à Ciência. Essas ideias cristalizaram no imaginário social que qualquer coisa atrelada à Ciência era infalível e confiável, merecedora de credibilidade e autoridade.

A observação do meio e a experimentação são práticas alicerçadas no positivismo lógico, o qual, por muito tempo, serviu como método para conferir o status de confiabilidade e objetividade a tudo produzido pela Ciência, tendo como pano de fundo uma dita “neutralidade” nas proposições teóricas obtidas nesse processo. Essa forma de produção científica foi cunhada por grandes nomes da Ciência, tais como Newton e Galileu, além de Francis Bacon, no campo filosófico, ainda, no século XVII, com a Revolução Científica (Chalmers, 1993). Assim:

Nesta visão clássica [...] a ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdade e interesses sobre a natureza, se se mantiver livre da interferência de valores sociais mesmo que estes sejam benéficos. [...] Ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heroica de conquista cognitiva e material da natureza (Palacios *et al.*, 2003, p. 121).

Esse modelo de “fazer Ciência” culminou em uma concepção desenvolvimentista conhecida como “modelo linear de desenvolvimento”, pressupondo que os avanços científicos propiciam mais tecnologia; por conseguinte, mais riqueza e maior bem-estar social (Auler; Bazzo, 2001; Linsingen, 2007).

Grandes acontecimentos históricos advindos do pós-Segunda Guerra Mundial corroboraram com as premissas do modelo linear desenvolvimentista, visto que muitos avanços tecnológicos, tais como o desenvolvimento de computadores eletrônicos e o transplante de órgãos, por exemplo, concorreram para o desejado bem-estar social. Todavia, outros eventos, ainda na década de 1950, tiveram efeitos nocivos à população e ao ambiente, passando a se problematizar o modelo que relacionava o desenvolvimento linear dos avanços científicos ao bem-estar social (Linsingen, 2007; Palacios *et al.*, 2003). Assim, nos anos 1960 e 1970 teve início um movimento de avaliação sobre esse modelo, com reflexões quanto aos avanços da ciência e tecnologia e os impactos socioambientais, bem como procedimentos que proporcionassem o monitoramento desses impactos (Palacios *et al.*, 2003).

Como já dito, as raízes do modelo linear de desenvolvimento estão no positivismo lógico, o qual também atribuiu às ciências naturais uma posição mais elevada em detrimento de outras áreas do conhecimento. Na obra “Um discurso sobre as Ciências”, Santos (1995) aponta “a crise do paradigma dominante”, sobre a valoração das ciências naturais, em oposição aos estudos sociais, os quais não poderiam se resignar aos mesmos métodos do positivismo.

Segundo Santos (1995), a ciência moderna da pós Revolução Científica, iniciada no século XVI, foi pautada em um modelo de racionalidade que assume uma postura totalitária, já que não considera outras formas de conhecimento que não sejam norteadas por seus princípios epistemológicos:

o rigor científico afere-se pelo rigor das medições. As qualidades intrínsecas dos objetos são, por assim dizer, desqualificadas [...]. O que não é quantificável é cientificamente irrelevante. Em segundo lugar, o método científico assenta na redução da complexidade [...]. Conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou (Santos, 1995, p. 15).

Dessas concepções emergiu o mecanicismo, a ideia do “mundo-máquina” no campo das ciências naturais. Essa ideia é mais pormenorizada na sistematização funcional e não aprofundada do mundo real, do que em um conhecimento mais denso e intrínseco a possíveis mudanças e transformações (Santos, 1995). Esse pensamento foi gradualmente migrando para o campo das ciências sociais, atrelado ao princípio de que do mesmo modo que se encontram as leis universais da natureza, se encontrariam as leis que regem a sociedade. Segundo Santos (1995):

No século XVII este espírito precursor é ampliado e aprofundado e o fermento intelectual que daí resulta, as luzes, vai criar as condições para a emergência das ciências sociais no século XIX. A consciência filosófica da ciência moderna, que tivera no racionalismo cartesiano e no empirismo baconiano as suas primeiras formulações, veio a condensar-se no positivismo oitocentista (Santos, 1995, p. 15).

Também para Santos (1995), as ciências sociais nasceram para ser empíricas, visto que o conhecimento científico só poderia ser lógico-matemático ou empirista seguindo o modelo mecanicista das ciências naturais. Entretanto, as ciências sociais não poderiam se enquadrar no mecanicismo, pois suas complexidades não podem ser reduzidas como propõe seus princípios matemáticos implicados. O autor continua:

[...] os fenômenos sociais são historicamente condicionados e culturalmente determinados: as ciências sociais não podem produzir previsões fiáveis porque os seres humanos modificam o seu comportamento em função do conhecimento que sobre ele se adquire; os fenômenos sociais são de natureza subjectiva do comportamento; as ciências sociais não são objectivas porque o cientista social não pode libertar-se, no acto de observação, dos

calores que informam a sua prática em geral e, portanto, também a sua prática de cientista (Santos, 1995, p. 15).

Nesse processo, o “paradigma dominante” começa a entrar em crise na medida em que “o aprofundamento do conhecimento permitiu constatar a fragilidade dos pilares em que se funda” (Santos, 1995, p. 24). O autor utiliza como exemplos alguns estudos científicos de grandes nomes da Ciência, os quais chegaram a conclusões que colidem com alguns fundamentos norteadores para a racionalidade científica, apoiada no positivismo e no pensamento lógico-matemático, como a questão da observação e da matemática:

Se Einstein relativizou o rigor das leis de Newton no domínio da astrofísica, a mecânica quântica fê-lo no domínio da microfísica. Heisenberg e Bohr demonstram que não é possível observar ou medir um objeto sem interferir nele, sem o alterar, e a tal ponto que o objeto que sai de um processo de medição não é o mesmo que lá entrou. [...] O teorema da incompletude (ou do não completamento) e os teoremas sobre a impossibilidade [...] vieram mostrar que, mesmo seguindo à risca as regras da lógica matemática, é possível formular proposições indecidíveis, proposições que se não podem demonstrar nem refutar, sendo que uma dessas proposições é precisamente a que postula o carácter não-contraditório do sistema (Santos, 1995, p. 25-26).

A discussão proposta por Santos (1995) coloca em xeque o rigor da matemática, abrindo precedentes para questionar a oposição desse modelo em detrimento a outras possíveis formas de rigor científico. Para o autor, as questões supracitadas levaram os cientistas à reflexão teórica sobre o conhecimento científico e às questões epistemológicas envolvidas: “chegamos aos finais do século XX possuídos pelo desejo [...] de complementarmos o conhecimento das coisas com o conhecimento do conhecimento das coisas, isto é, com o conhecimento de nós próprios” (Santos, 1995, p. 30).

Para o autor, os aspectos antes ignorados pela Ciência, tais como a articulação entre os contextos culturais e sociais em que ela se insere, passaram a ser problematizados de forma gradual nas práticas científicas. E ideias como autorregulação, autonomia e ideologia começaram a perder espaço entre as décadas de 1930 e 1940, frente à industrialização global e o conhecimento científico:

[...] a industrialização da ciência acarretou o compromisso desta com os centros de poder económico, social e político, os quais passaram a ter um papel decisivo na definição das prioridades científicas. A industrialização [...] manifestou-se tanto ao nível das aplicações da ciência como ao nível da organização da investigação científica (Santos, 1995, p. 34).

Como exposto, o capital passou a intervir no trabalho científico, privilegiando os investidores e seus interesses, bem como dominando os bens necessários para o

trabalho da CT, “aprofundando o fosso [...] entre os países centrais e os países periféricos” (Santos, 1995, p. 36), em um contexto no qual têm-se os impactos negativos das bombas atômicas da Segunda Guerra Mundial.

Em decorrência disso, a articulação entre questões científicas e sociais passou a ser considerada tendo-se a consciência das problemáticas suscitadas pelo modelo linear de desenvolvimento em um cenário em que já se desenhavam os conflitos entre o conhecimento científico social e o conhecimento científico natural (Santos, 1995) Logo:

A distinção dicotômica entre ciências naturais e ciências sociais deixou de ter sentido e utilidade. Esta distinção assenta numa concepção mecanicista da matéria e da natureza a que contrapõe, com pressuposta evidência, os conceitos de ser humano, cultura e sociedade (Santos, 1995, p. 37).

Nesse contexto, surge o movimento CTS na urgência de reavaliar o modelo linear de desenvolvimento devido à disparidade entre o idealizado e o concretizado, junto ao paulatino reconhecimento da intrínseca relação entre o natural-social na construção do conhecimento científico. De modo geral, esse movimento preconiza a participação social na tomada de decisões frente às questões da CT, bem como sua articulação ao contexto social, cultural, econômico e político (Linsingen, 2007; Palacios *et al.*, 2003).

Linsingen (2007) e Rosa e Strieder (2019) consideram que um marco para o início das reflexões e ações do movimento CTS foi a publicação dos livros “Primavera silenciosa”, da bióloga Rachel Carson, e “A estrutura das revoluções científicas”, de Thomas Kuhn, ambas em 1962. A obra de Carson traz apontamentos sobre o uso nocivo de agrotóxicos - no caso, o DDT (dicloro-difenil-tricloetano) – relacionados a uma carta enviada por uma amiga de Carson sobre a morte de pássaros em seu quintal após pulverizações aéreas de DDT em algumas áreas próximas a sua residência (Rosa; Strieder, 2019).

A exemplo da problemática trazida em “Primavera Silenciosa”, outros eventos históricos questionaram a neutralidade e o salvacionismo atrelado à CT, colocando as relações entre ciência e tecnologia com o contexto histórico-social, a partir das tradições europeia e norte-americana, com os Estudos de Ciências, Tecnologia e Sociedade (ECTS) (Linsingen, 2007).

A tradição europeia, na qual diversas escolas ou programas estão inseridos, analisou como o contexto social influencia as mudanças científicas e tecnológicas (Linsingen, 2007; Palacios *et al.*, 2003). Uma dessas escolas, o “Programa Forte”,

teve origem em 1976 na Universidade de Edimburgo, na Grã-Bretanha, onde autores como Barry Barnes, David Bloor e Steve Shapin formaram um grupo de pesquisa com estudos voltados às compreensões sociológicas do conhecimento científico (Cerezo, 2017).

De acordo com esses estudos, a ciência é um processo social que acompanha consigo aspectos econômicos, ideológicos, políticos e “se acentua na explicação da origem, da mudança e da legitimação das teorias científicas” (Palacios *et al.*, 2003, p. 23). Essa compreensão assume um papel antagônico em relação ao positivismo lógico, dando uma explicação sociológica para a natureza científica. Assim:

Bloor apresenta originalmente seu programa como uma ciência da ciência, como um estudo empírico da ciência. Afirma ele que somente desde a ciência, e particularmente desde a sociologia, é possível explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico (Palacios *et al.*, 2003, p. 23).

Já o “Programa Empírico do Relativismo” (EPOR – *Empirical Programme of Relativism*), postulado por Harry Collins em 1980 e embasado em Bloor, estuda empiricamente as controvérsias científicas, consistindo em assumir flexibilidade para interpretar a realidade das questões científicas de diferentes modos, evidenciando a relevância da interatividade social para estas interpretações e, assim, solucionar problemas segundo as percepções adotadas (Cerezo, 2017).

O EPOR tem lugar em três etapas. Na primeira é mostrada a flexibilidade interpretativa dos resultados experimentais, ou seja, científicos, as descobertas científicas são susceptíveis a mais de uma interpretação. Na segunda etapa, desvelam-se os mecanismos sociais, retóricos, institucionais etc. que limitam a flexibilidade interpretativa e favorecem o fechamento das controvérsias científicas ao promover o consenso acerca do que é “a verdade” em cada caso particular. Por último, na terceira, tais “mecanismos de fechamento” das controvérsias científicas se relacionam como meios socioculturais políticos mais amplos (Palacios *et al.*, 2003, p. 24).

Segundo Cerezo (2017) e Palacios *et al.* (2003), outro programa, derivado do EPOR, é a “Construção Social da Tecnologia” (SCOT – *Social Construction of Technology*), no qual aparecem autores como Trevor Pinch e Wiebe Bijker, que assumem a sociologia do desenvolvimento tecnológico como:

um processo claramente social, superando a concepção linear de progresso científico-tecnológico. Isto é, este enfoque investiga como se constroem artefatos tecnológicos por meio de processos sociais. Um dos principais méritos do enfoque SCOT é sua crítica ao determinismo tecnológico implícito na concepção tradicional do desenvolvimento tecnológico (Palacios *et al.*, 2003, p. 130).

Esses dois últimos programas são também associados ao “construtivismo social”, enfoque que analisa as variáveis interpretativas para a ciência e para a

tecnologia, seguindo-se à avaliação das controvérsias científicas/tecnológicas e levando em consideração a percepção dos grupos sociais envolvidos. Por fim, o fechamento dessas controvérsias é possibilitado quando se analisam os mecanismos (sociais, retóricos, institucionais) chegando a um consenso do que é considerado “a verdade” (Cerezo, 2017; Palacios *et al.*, 2003).

Segundo Linsingen (2007), a tradição norte-americana emerge no final da década de 1960, pautada nas considerações acerca das consequências socioambientais da CT, mobilizadas por ambientalistas e consumidores preocupados com as mudanças tecnológicas. Palacios *et al.* (2003, p. 132) corroboram ao comentar que a referida tradição é centrada “nos estudos das consequências sociais e ambientais da ciência e da tecnologia. [...] se recorre à reflexão ética, à análise política e, em geral a um referencial compreensível de caráter humanístico”, reivindicando uma maior participação dos cidadãos nas políticas públicas no que tange à ciência e à tecnologia.

Palacios *et al.* (2003, p. 134) ainda aponta três fundamentos que, de acordo com Daniel Fiorino⁹, incentivam essa participação cidadã: o instrumental, o normativo, e o substantivo. Assim,

O instrumental defende que a participação é a melhor garantia para evitar a resistência social e a desconfiança nas instituições. A participação pública na gestão das decisões sobre o risco faz com que estas sejam mais legítimas e levem a melhores resultados. Segundo o argumento normativo, a orientação tecnocrática é incompatível com os ideais democráticos. Os cidadãos são os melhores juízes e defensores de seus próprios interesses [...]. Por último, segundo o argumento substantivo, os juízos dos leigos são tão válidos quanto os dos especialistas. Os leigos, [...] vislumbram problemas, questões e soluções que os especialistas esquecem, desconhecem ou desconsideram como realidade local.

Esses argumentos vão contra o modelo tecnocrático, o qual coloca a ciência em uma posição de completa autonomia e aquém da participação pública nas discussões, além de conceder às elites o poder de decisão. Assim, em oposição ao raciocínio linear desenvolvimentista e aos impactos negativos recorrentes da utilização da tecnologia em diversos episódios históricos, o movimento CTS atuaria no sentido de incorporar os valores sociais, culturais, históricos, políticos e

⁹ Daniel Fiorino é diretor fundador do Centro de Políticas Ambientais e membro executivo da Escola de Relações Públicas da American University. Também é professor no Departamento de Administração e Política Pública, ministrando disciplinas de política ambiental, energia e mudança climática, sustentabilidade ambiental e gestão pública. Fonte: <<https://www.american.edu/spa/faculty/dfiorino.cfm>>.

econômicos, a fim de reavaliar os processos imbricados no desenvolvimento científico e tecnológico, bem como a que fins se destinam. Nessa linha de pensamento, é também agregada uma intenção democrática para a tomada de decisões sobre os impactos sociais e dos próprios objetivos científico-tecnológicos as quais, até então, estariam apenas nas mãos de uma elite específica e tecnocrática.

Para Cerezo (2017), nas últimas décadas, tem havido um crescente interesse por parte da população acerca dos problemas provindos das inovações científico-tecnológicas, traduzido em manifestações sociais e potencializado pelos meios de comunicação, na opinião pública e na política. Nesse contexto, a participação social mediará as relações entre a ciência e a sociedade, estabelecendo os agentes responsáveis por demarcar os objetivos em que transcorrerão os avanços científicos e tecnológicos, bem como os que supervisionarão os processos e os fins. Esse movimento implica na democratização da participação pública na tomada de decisões, que, para Palacios *et al.* (2003, p. 137), pode envolver

Pessoas diretamente afetadas pela inovação tecnológica ou pela intervenção ambiental; [...] consumidores dos produtos da ciência e da tecnologia; público interessado por motivos políticos e ideológicos; comunidade científica e engenheiril; grupos de cidadãos; organizações não governamentais (ONGs); associações de cientistas.

Ademais, Cerezo (2017) indica outras possíveis modalidades de participação pública já testadas em diferentes nações como Estados Unidos, Reino Unido, Suécia, Países Baixos e Austrália. Na esfera administrativa, cita a gestão negociada, os painéis de cidadãos e as pesquisas de opinião; no campo judicial, cita o “questionar em juízo”, e nos países com economia de mercado também enquadra o “consumo diferencial”.

Um dos pilares do movimento CTS refere a participação democrática em assuntos relacionados à tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade. Nesse sentido, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) falam sobre a importância do acesso à informação pertinente ao desenvolvimento da CT, bem como às condições de avaliação e participação efetiva por parte da população. Essa efetividade perpassaria pela exigência de voz, vez e pelo acompanhamento de soluções para determinados problemas (e não somente nas decisões finais, as quais já podem estar definidas), de forma que especialistas e autoridades públicas não sejam os únicos a deter influência (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007).

Palacios *et al.* (2003) destacam que cada país possui suas peculiaridades culturais, históricas e práticas nacionais próprias, e que isso irá influenciar o modo como a participação pública efetivará as tomadas de decisões, bem como na criação dos próprios mecanismos políticos que conduzirão a essa participação. O ponto central recai sobre a necessidade de proporcionar informação à população para que as articulem em suas manifestações, nos debates e na consciência de suas escolhas.

Para isso necessitamos fomentar também uma revisão epistemológica da natureza da ciência e da tecnologia: abrir a caixa-preta da ciência ao conhecimento público, desmistificando sua tradicional imagem essencialista e filantrópica, e questionando também [...] a interessada crença de que a tecnologia é inevitável e benfeitora em última instância (Palacios *et al.*, 2003, p. 143).

Em suma, o movimento CTS europeu e norte-americano se aproximam e se complementam ao assumirem que:

O desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos; a mudança científico-tecnológica é um fator determinante principal que contribuiu para modelar nossas formas de vida e de ordenamento institucional; constitui um assunto público de primeira magnitude; compartilhamos um compromisso democrático básico; portanto, deveríamos promover a avaliação e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para uma participação social formada, assim como criar os mecanismos institucionais para tornar possível tal participação (Palacios *et al.*, 2003, p. 127).

Trouxemos todas essas considerações sobre ciência, tecnologia e participação social na tomada de decisões procurando traçar um paralelo com as linhas de pensamento CTS nas vertentes europeia (que se atem ao contexto social em que ocorrem as mudanças científico-tecnológicas) e norte-americana (que enfatiza as consequências sociais provocadas pela ciência e pela tecnologia), e mostrar que ambas compartilham objetivos comuns, como o abandono da visão positivista da ciência e da falsa concepção de que o conhecimento científico é neutro e estanque do contexto, bem como o abandono à ideia de que a tecnologia resulta sempre no bem-estar social.

Mas, na América Latina também houve esse movimento, tendo como marco a construção do Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) nas décadas de 1960 e 1970, cujo embrião foram os ECTS na Faculdade de Ciências Exatas da Universidade de Buenos Aires, Argentina, na década de 1960. Esse movimento é dado em um contexto de falta de apoio à ciência argentina por parte do governo, mas, ainda assim, conseguiu ganhar uma posição de prestígio na

comunidade internacional frente ao desenvolvimento de pesquisas sobre o tema (Dagnino, 2013).

Na época, havia o descontentamento de países como Argentina e Brasil quanto à transferência da CT de países do hemisfério norte, ditos de primeiro mundo, para os países da América Latina; CT essa que balizaria Políticas de Ciência e Tecnologia (PCT) que não necessariamente levariam em consideração as necessidades dessas nações latino-americanas (Dagnino, 2013).

O PLACTS teve sua consolidação em um período no qual os países latino-americanos necessitavam de um intenso desenvolvimento industrial, incentivando a sua própria produção de CT. Dessa forma, preconizou-se uma agenda em que as necessidades regionais/locais fossem prioridades, distanciando-se daquela importação de CT e, conseqüentemente, rompendo com as PCT dos países do hemisfério norte (Linsingen 2007; Rosa; Strieder, 2019).

Segundo Rosa e Strieder (2019), o PLACTS se insere no movimento CTS a fim de possibilitar uma nova forma de pensar a tríade, no caminho para um direcionamento de PCT articuladas às necessidades dos países latino-americanos. Ademais, o ensejo dos seguidores do PLACTS era de que a CT se tornasse “um objeto de estudo público, um tópico ligado a estratégias de desenvolvimento social e econômico” (Linsingen, 2007, p. 7).

Ainda em âmbito internacional, no final da década de 1960, a articulação entre ciência e contexto social passou a ser tratada no campo acadêmico, dadas as mudanças frente ao desenvolvimento científico, na reivindicação por espaços democráticos (Palacios *et al.*, 2003). Pode-se dizer que os estudos e programas CTS têm direcionamentos para a democratização e regulação social do desenvolvimento científico-tecnológico (por meio de mecanismos que possibilitem a participação pública); para pesquisas em nível acadêmico (com o objetivo de promover reflexões para uma nova concepção de ciência, livre do essencialismo e socialmente construída); e para a inserção dos estudos CTS no contexto educativo (por meio de programas e materiais de ensino).

Um primeiro espaço estabelecido para esse diálogo foi a universidade, em cursos de graduação e pós-graduação, visando despertar uma sensibilidade humanística nos estudantes das exatas e das ciências naturais, a consciência dos impactos sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, bem como promover a compreensão sobre as questões científico-tecnológicas em estudantes

dos cursos humanísticos, para que desenvolvessem uma criticidade frente a políticas do âmbito científico, à tomada de decisão e a debates que influenciariam seus contextos de trabalho e da vida em geral (Cerezo, 2017; Linsingen, 2007; Palacios *et al.*, 2003).

Santos (2011) aponta que, desde o século XIX, se discute a necessidade de uma educação científica para a população em geral; entretanto, os direcionamentos para o desenvolvimento dessa educação variam segundo o contexto sócio-histórico de cada país. O autor afirma que durante a Guerra Fria houve um movimento para a formação de cientistas, por meio de projetos curriculares, mas que, frente à herança do modelo linear de desenvolvimento, ainda, em meados do século XX, os conteúdos escolares na área de ciências remetiam ao ensino com pretensão de formar “mini cientistas” pelo “método científico” (Palacios *et al.*, 2003).

Com o intuito de transpor esse cenário, segundo Aikenhead (2003), em meados dos anos 1970, foi necessário que educadores em ciências passassem a considerar a necessidade de dar outra roupagem à abordagem científica nos contextos escolares, por meio da perspectiva CTS. Além disso, as pesquisas e discussões universitárias vinculadas à Organização de Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), e à UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), mobilizaram programas e materiais docentes abarcados pela perspectiva CTS, fazendo com que os currículos do ensino de Ciências fossem integrados por essa temática ao final da década de 1970 (Palacios *et al.*, 2003).

Santos (2011) afirma que, com os graves problemas ambientais da década de 1970, o movimento CTS surge como crítica a esses acontecimentos ocasionados pela Ciência e Tecnologia (CT), numa tentativa de ressignificar a natureza da ciência nas suas implicações sociais. Com isso, a educação científica muda o objetivo de formação de cientistas para a formação para a cidadania, por meio do movimento CTS, visando consolidar a educação científica para uma formação cidadã, discutindo de modo mais abrangente os temas relacionados as políticas da CT (Aikenhead, 2003; Santos, 2011).

Para Palacios *et al.* (2003, p. 147), a orientação CTS para o ensino de Ciências possibilita a “compreensão dos conceitos científicos e contribui para desenvolver no estudante uma atitude positiva para a ciência e para a aprendizagem da ciência”. Apoiado em outros autores, elencam três grupos em que programas CTS podem se apresentar na educação secundária: introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência através de CTS, e CTS puro.

A primeira vertente é a mais comum no ensino de Ciências no Brasil, pois coloca os temas CTS como introdução aos estudos das disciplinas de ciências, na tentativa de levar informações e promover a conscientização sobre questões científicas e tecnológicas. A ciência através de CTS trataria conteúdos disciplinares orientados ou estruturados por meio da perspectiva CTS, tanto pelas disciplinas isoladas como pela articulação multidisciplinar ou interdisciplinar. O CTS puro seria o ensino pautado neste enfoque, deixando os conteúdos científicos (disciplinares) em menor destaque (Palacios *et al.*, 2003).

A denominação CTS é polissêmica, sendo possível encontrar uma série de termos associados, como: enfoque CTS, abordagem CTS, orientação CTS, educação CTS, pressupostos CTS, temática CTS etc. Nesta dissertação de mestrado, utilizamos majoritariamente duas formas de denominação: “movimento CTS” para aludir ao seu surgimento enquanto linha de pensamento iniciado no âmbito acadêmico; e “perspectiva CTS”, ao considerar sua articulação ao currículo escolar na Educação em Ciências.

Enquanto o movimento CTS foi gradualmente inserido nos currículos em ensino de Ciências de diversos países, a partir dos anos finais da década de 1970, no Brasil, mesmo com alguns materiais didáticos abarcando as implicações da CT e pressupostos do movimento CTS integrando os currículos de Ciências, a perspectiva CTS teve início no contexto educacional somente ao final na década de 1990, após a divulgação de livros, pesquisas e trabalhos acadêmicos sobre o assunto (Santos, 2011). Políticas curriculares na época, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental e Médio, tornaram mais conhecida e discutida a perspectiva CTS (Santos, 2007, 2011). Assim:

No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes importantes que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais (Brasil, 1998a, p. 20).

No caso dos PCN para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Biologia, Física, Química e Matemática), a perspectiva CTS é sinalizada

(...) em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de

riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional (Brasil, 2000, p.6).

Assim, nesse início dos anos de 2000, havia a recomendação para um ensino voltado à contextualização dos conteúdos disciplinares junto à ciência, à tecnologia e ao contexto sociocultural. Segundo Auler (2007, p.1), as orientações para o ensino que vão ao encontro dos objetivos da educação CTS, são:

[...] promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza, da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

As questões tecnológicas, sociais e científicas a que se propõe o movimento CTS incluem as discussões sobre os impactos ambientais ocasionados pela CT. Daí a utilização do termo CTSA (A representando “ambiente”), o que gerou controvérsias pelos precursores dos estudos CTS, visto que desde a origem do movimento CTS as questões sobre o ambiente já estavam presentes; no entanto, o uso da sigla “CTSA” é comum em debates cujo foco é o ambiente (Santos, 2007).

Associado à compreensão de CTS, tem-se o conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Esta pode ser vista como reducionista ou ampliada (Auler; Delizoicov, 2001). A primeira visão relaciona-se à percepção de que o público carece de conhecimento científico e tecnológico, atribuindo as controvérsias públicas à suposta falta de compreensão da sociedade, não à ciência em si. Além disso, ela privilegia a visão da ciência como única e essencial para melhorar as condições humanas e ambientais, retratando-a como uma atividade neutra, desprovida de valores e livre de ambiguidades e contradições. A segunda visão propõe superar a perspectiva reducionista, interseccionando as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, sendo considerada a desejável para o ensino (Auler; Delizoicov, 2001).

Em relação à ACT, em articulação com a perspectiva CTS são consideradas as Questões Sociocientíficas (QSC) para explorar dilemas éticos e morais em temas como ambiente, biotecnologia e saúde pública, proporcionando uma reflexão crítica sobre as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Pérez; Lozano, 2013, 2018).

Na prática pedagógica, as QSC são utilizadas como ferramentas de integração de conceitos científicos com temas polêmicos e de relevância social, tais como mudanças climáticas, energias renováveis e saúde global. Segundo Pérez (2021),

essa integração possibilita o desenvolvimento de habilidades argumentativas e a tomada de decisões informadas pelos estudantes. Além disso, as QSC focam no papel do professor como mediador dessas discussões, as quais tendem a promover a ACT, propiciando a formação de indivíduos críticos e engajados com questões de cidadania e sustentabilidade, fortalecendo a função social da educação científica.

Ainda com relação à articulação de CTS na prática com os estudantes, pode-se citar a abordagem freiriana. Inspirada pelos princípios de Paulo Freire (1975, 1987), essa abordagem incentiva o aprendizado por meio de problematizações da realidade dos discentes, permitindo que eles compreendam o impacto da ciência e da tecnologia em suas vidas cotidianas. O objetivo é que os estudantes desenvolvam uma análise crítica, tornando-se participantes ativos e responsáveis na sociedade, conectando o conhecimento científico com temas de relevância social e política.

A incorporação da perspectiva CTS em aulas de Ciências da Natureza é defendida por Santos e Mortimer (2000), por considerarem sua potência para impulsionar discussões que privilegiam os encadeamentos da CT ao contexto social. Dessa forma, julgam relevante a ACT para uma educação em CTS, mediante o desenvolvimento de conhecimentos que concorram para a capacidade crítica na tomada de decisões conscientes e responsáveis. Mas, para Santos (2007), a articulação entre os aspectos sociais e científicos é pouco satisfatória nas escolas, havendo, muitas vezes, apenas tratamento superficial de exemplos de situações do cotidiano para o ensino dos conteúdos escolares. Ele ainda pontua que:

não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento científico e cotidiano, restringindo-se apenas a exemplos apresentados como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las (Santos (2007, p. 5).

Nessa direção, tenciona-se que temas éticos, econômicos, ambientais e políticos sejam encadeados por questões sócio relevantes aos conteúdos escolares, de forma que o desenvolvimento crítico dos estudantes seja privilegiado, dando ênfase a uma formação ética e humanística. Para tal, é ressaltada por Santos (2007) a importância da formação continuada do professor para a abordagem desses temas, possibilitando a reflexão sobre suas práticas e o compromisso com o desenvolvimento “de sociedade democrática, justa e igualitária” (Santos, 2007, p. 10).

Uma formação continuada com esse objetivo pode proporcionar aos professores as ferramentas necessárias para que tratem os conhecimentos dentro dos

pressupostos CTS, bem como desenvolvam abordagens pedagógicas mais inclusivas e críticas. Dessa forma, potencializaria o papel dos professores em um ensino em Ciências que contribuisse para a formação crítica dos estudantes, pois passaria pela superação da pormenorização de fórmulas e conceitos em um ensino enciclopédico, excessivamente técnico e destinado somente à realização de provas e exames, e desconectado da realidade sociocultural dos discentes, o que se afasta dos pressupostos CTS (Santos e Mortimer, 2000).

Além disso, Auler (2003, 2007) refere à necessidade de uma reconfiguração curricular que se assente nas problemáticas sociais, as quais necessitam da articulação com outros campos do conhecimento, pois a abordagem unicamente disciplinar não seria capaz de exprimir todas as nuances e engendramentos que naturalmente compõem essas temáticas. Para ele (2003, p. 78),

Na perspectiva da abordagem temática, os temas, por se constituírem de situações amplas, completas, permitem, requerem uma abordagem interdisciplinar, menos fragmentada. [...] Os temas, expressando fenômenos sociais complexos, remetem ao interdisciplinar. Sua compreensão requer vários campos do conhecimento, inclusive aqueles não restrito ao escopo das ciências naturais. Em síntese, o tema representa o ponto de encontro interdisciplinar das várias áreas do saber (Auler, 2003, p. 78).

Retomando e articulando ao contexto brasileiro, as considerações de Dagnino (2013) sobre o PLACTS (Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade) a um dos pilares que sustenta o movimento CTS - a participação democrática na tomada de decisões referentes a CT e suas interrelações com a sociedade -, faremos aqui algumas considerações a partir de Auler e Bazzo (2001). Estes autores fazem referência à Sant'Anna (1978) sobre o histórico da não participação pública em questões sociais, pela oscilação do Estado brasileiro em formas de governo autoritários ou semiautoritários.

Além disso, na época do Brasil colonial, o predativismo econômico por países do hemisfério norte implicou em não investimento na ciência nacional em detrimento à importação da CT estrangeira, o que teria deixado o Brasil numa posição desfavorável (em relação aos países desenvolvidos) para promover o desenvolvimento científico, tecnológico e social.

Embora as considerações de Sant'Anna tenham quase quatro décadas, vemos que o século XXI tem sido cenário de inúmeras divergências e embates políticos catastróficos, que passam por mudanças de governo, como o *impeachment* da Presidente da República em 2016, com efeitos na educação e na comunidade

científica, ou pela atuação do governo federal eleito em 2018, diante de problemas ambientais e/ou da pandemia de COVID-19, com a negação da ciência e da tecnologia, desrespeitando a produção científica e a comunidade científica; a título de mais um exemplo, pode-se citar, ainda, as enchentes que assolaram o estado do Rio Grande do Sul em 2024. A partir desses exemplos torna-se possível vislumbrar a referência de Sant'Anna a governos autoritários/semiautoritários e ver a relativa fragilidade da participação democrática na tomada de decisões referentes a CT para o contexto social.

Antes de preconizar uma participação democrática efetiva no seio das questões CTS é necessário pensar em uma cultura de participação social real em âmbito geral, e isso inclui a educação escolar e o currículo. É preciso que as políticas educacionais também promovam esse olhar para as questões que tenham potencial para desenvolver nos estudantes uma consciência crítica e reflexiva sobre a política, a economia, a história, bem como no âmbito da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade (Auler; Bazzo, 2001).

Em especial no campo da Educação em Ciências, reforça-se a necessidade de pensar as relações CTS no currículo escolar. Para tal, essa precisa ser construída na perspectiva da criticidade, privilegiando a formação cidadã dos estudantes de modo a reconhecerem a importância de suas decisões, bem como seus direitos à participação nos processos democráticos.

Na mesma direção, podemos pensar nos aspectos sociais inerentes à perspectiva CTS pela sua proposta de uma educação escolar que promova o desenvolvimento e posicionamento crítico frente a questões/problemas relacionados à tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade, o que pode ser contemplado em um currículo que problematize as práticas que contribuem para a manutenção do *status quo* de uma sociedade capitalista, desigual, e insustentável do ponto de vista ambiental. Assim, cabe questionar que ideias e valores os currículos para a Educação em Ciências têm evidenciado, dado o movimento de políticas curriculares dos últimos anos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO-ANALÍTICOS DA PESQUISA

Segundo Moreira (2011), a pesquisa qualitativa se baseia em um processo não matemático que busca a interpretação de situações nos seus contextos naturais e na essência em que eles ocorrem, sendo possível compreender e explicar o significado e a complexidade da descrição dos fenômenos estudados. Para Günther (2006, p. 202), “a pesquisa qualitativa é uma ciência baseada em textos, ou seja, a coleta de dados produz textos que nas diferentes técnicas analíticas são interpretados hermeneuticamente”. Além disso, o autor aponta diferentes delineamentos para uma pesquisa qualitativa, a qual pode assumir o formato de “estudo de caso, análise de documentos, pesquisa-ação, pesquisa de campo, experimento qualitativo e avaliação qualitativa” (Günther, 2006, p. 204).

Nesta pesquisa, utilizamos a Análise Documental objetivando a identificação de informações frente às questões/hipóteses a serem investigadas (Lüdke; André, 2013). Marconi e Lakatos (2003, p. 173) destacam que:

a característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois.

Segundo as autoras, configuram-se como fontes primárias “documentos de arquivos públicos; publicações parlamentares e administrativas; estatísticas (censos); documentos de arquivos privados; cartas e contratos” (p. 175). Para Lüdke e André (2013), os documentos a serem analisados são de fontes naturais, que não apenas representam uma fonte de informações contextualizadas, mas também emergem dentro de um determinado contexto, fornecendo informações relevantes sobre esse mesmo contexto. Gil (2008) complementa, afirmando que fontes documentais primárias são aquelas que não receberam tratamento analítico prévio, mas que podem ser trabalhadas conforme os objetivos da pesquisa.

Isto posto, a pesquisa empírica para esta dissertação de mestrado consiste na análise de documentos publicados no contexto das reformas de currículo para o Ensino Médio, sem tratamento analítico, sendo considerados esses documentos “capazes de proporcionar ao pesquisador dados em quantidade e qualidade” (Gil, 2008, p. 147).

2.1 Questão de pesquisa, objetivos e ações da pesquisa

Retomando a questão de pesquisa, procuramos investigar *como se materializa a perspectiva CTS para a área de CNT/Química nas políticas curriculares reformistas do NEM*, tendo como objetivo geral *analisar a reforma curricular para o Ensino Médio à luz dos pressupostos CTS em documentos oficiais e em livros didáticos*.

Para atender ao objetivo geral, são indicados os seguintes objetivos específicos:

- a. Pesquisar o histórico sobre o movimento CTS em relação à área educacional.
- b. Investigar a perspectiva CTS em documentos oficiais – DCN, BNCC e RCG – da área de CNT/Química, elaborados para a execução do NEM.
- c. Investigar a perspectiva CTS para o Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química em uma coleção de livros didáticos da área, elaborados sob vigência da BNCC-EM e do NEM.
- d. Organizar os achados da pesquisa e interpretar os resultados, a fim de compreender o modo como os princípios/pressupostos CTS são contemplados nos materiais em relação ao NEM.

Concomitantemente ao estudo de referenciais teóricos sobre currículo e políticas curriculares, bem como sobre o movimento CTS e sua transposição para a Educação em Ciências, foram realizadas as seguintes ações, buscando atender aos objetivos indicados para a pesquisa:

- a. Mapeamento dos documentos curriculares nacionais brasileiros envolvendo a reforma do Ensino Médio: DCNEM/2018, BNCC-EM e RCG-EM, no que diz respeito à perspectiva CTS;
- b. Realização de pesquisa em uma coleção de livros didáticos para o NEM, distribuídos às escolas para o período letivo de 2022-2024, para levantamento da perspectiva CTS nos materiais, com olhar para a área de CNT/Química;
- c. Análise dos dados da pesquisa, apresentação e discussão dos resultados;
- d. Publicação de resultados da pesquisa em congressos e/ou em periódicos científicos da área.

2.2 Corpus de análise

Os materiais analisados contemplam documentos curriculares oficiais/legais e livros didáticos (LD) para o Ensino Médio na área de CNT. No Quadro 1 estão listados os documentos investigados.

Quadro 1 - Documentos curriculares oficiais para o NEM.

Documentos oficiais
Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - (DCNEM) (Brasil, 2018a).
Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio - (BNCC-EM) (Brasil, 2018b).
Referencial Curricular Gaúcho - (RCG-EM) (Rio Grande do Sul, 2021).

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com relação aos documentos oficiais, a busca se deu mediante consulta virtual nos sítios oficiais do Ministério da Educação (MEC) e da Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul (SEDUC/RS). Os documentos foram analisados com base em seus princípios orientadores, sobre o que expressam em relação à educação em geral e, em especial, à área de CNT/Química.

Esses documentos oficiais serviram de diretriz para a produção de livros didáticos pelo Plano Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021, que deveriam atender à BNCC (aprovada no contexto do NEM). As DCNEM/2018 indicam que o PNLD e os demais programas vinculados à distribuição de livros e materiais didáticos devem atender a essas novas diretrizes curriculares nos prazos estabelecidos pelo Governo Federal. Diante disso, o Edital do PNLD nº 03/2019, para a distribuição de LD em 2021¹⁰, levou em consideração, no processo de inscrição e de avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais, bases legais alinhadas à BNCC.

No Quadro 2, apresentamos as coleções aprovadas pela avaliação pedagógica do PNLD 2021¹¹, com excertos do texto de apresentação de cada coleção pela editora. As obras são destinadas a professores e estudantes das escolas públicas, do 1º ao 3º ano do Ensino Médio, na área de CNT, para a escolha, pelos professores, dos livros de preferência da escola.

¹⁰ https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/consultas-editais/editais/edital-pnld-2021/Edital_complementar__Objeto_4_PNLD_2021__5__Retificacao_07.01.2022.pdf

¹¹ A avaliação pedagógica dos LD é realizada conforme parâmetros estabelecidos pelo Decreto Nº 9.099, de 18 de julho de 2017 art. 12. O resultado da avaliação foi publicado no Diário Oficial da União, sob a Portaria Nº 68, de 2 de junho de 2021.

Quadro 2 - Coleções aprovadas pelo PNLD 2021 – Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), conforme apresentação das editoras.

<p>MATÉRIA, ENERGIA E VIDA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR. (CÓDIGO DO LIVRO: 0181P21203)</p>
<p>A obra está organizada em volumes autocontidos¹², com seis volumes do Livro do Estudante (LE), seis volumes do Manual do Professor (MP) e o Manual Digital do Professor (MDP), composto por seis videotutoriais.</p> <p>A obra caracteriza-se por apresentar os conteúdos de forma conceitualmente adequada e atualizada para a realização de um trabalho de acordo com suas necessidades, especificidades e realidades de cada contexto escolar, avançando em direção à abordagem interdisciplinar da área. Há relações entre os componentes curriculares da área (Física, Química e Biologia) em integração com a área Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHSA) nas propostas investigativas do LE.</p> <p>Ao abordar as habilidades e as competências específicas da área de CNT e de CHSA, há a articulação com as competências gerais, os temas contemporâneos e as culturas juvenis, conforme indicado na BNCC.</p>
<p>MULTIVERSOS - CIÊNCIAS DA NATUREZA. (CÓDIGO DO LIVRO: 0221P21203)</p>
<p>A obra é composta por seis Livros do Estudante (LE), Manual do Professor (MP) e Manual Digital do Professor (MDP). Direcionada ao público juvenil, faz uso de ícones que facilitam a leitura dos textos, imagens, tabelas e gráficos da proposta didática.</p> <p>O MP apresenta o LE do respectivo volume e as orientações para o planejamento de aulas. Há orientações comuns, com instruções didáticas e metodológicas gerais e referências comentadas em todos os volumes. As orientações específicas, de cada volume, correspondem a: conteúdos, competências e habilidades e objetivos; orientações para o trabalho em cada unidade e tema, com ênfase no desenvolvimento de competências e habilidades; e respostas e resoluções das atividades do LE.</p> <p>Cada um dos seis volumes da obra se organiza em torno de um eixo principal, que conduz o desenvolvimento dos conteúdos para integrar os componentes curriculares de Biologia, Física e Química. As competências gerais BNCC estão em todos os volumes.</p>
<p>CIÊNCIAS DA NATUREZA – LOPES & ROSSO. (CÓDIGO DO LIVRO: 0194P21203)</p>
<p>A obra é constituída por seis volumes do Livro do Estudante (LE), seis volumes do Manual do Professor (MP) e o Manual Digital do Professor (MDP), composto por seis videotutoriais. As unidades compreendem um conjunto formativo que engloba conteúdos disciplinares de Biologia, Química e Física, distribuídos por temas. Os títulos das unidades são atrativos ao público (alunos/professores), mostrando proximidade entre conhecimento e cotidiano, com linguagem acessível ao jovem que vive no ambiente urbano e tem acesso aos meios de comunicação mais comuns.</p> <p>A obra é multidisciplinar, ligando conhecimentos apresentados a outros campos do saber, principalmente às CHS. As unidades, por meio do conteúdo exposto ou atividades propostas, visam desenvolver as competências e habilidades requeridas pela BNCC. A obra contempla diversos tipos de mídias (vídeos, podcasts, sites, etc.) com propostas de atividades coletivas entre os estudantes e de interação com a comunidade.</p>
<p>SER PROTAGONISTA CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. (CÓDIGO DO LIVRO: 0201P21203)</p>
<p>A obra está organizada em seis volumes em formato disciplinar, mas busca integrar os componentes de Biologia, Física e Química. Os volumes 1 e 2 priorizam a Química, com abordagens sobre modelos atômicos e ligações químicas e com a construção interdisciplinar do conteúdo de metabolismo celular presente no volume 2; os volumes 3 e 4 priorizam a Física, com</p>

¹² Diferentemente de coleções anteriores a esse edital, cujos livros eram sequenciais (1º ano, 2º ano e 3º ano), nas coleções aprovadas no PNLD/2021, os livros não são sequenciais, podendo um mesmo livro ser usado em qualquer ano para qualquer disciplina (Biologia, Física e Química).

<p>conteúdo sobre o tempo e o espaço no cosmos, na terra e na vida; e os volumes 5 e 6 priorizam a Biologia, com discussões sobre os seres vivos e seus impactos ambientais, por meio das relações ecológicas, associadas às questões evolutivas, que as transformações ao longo do espaço/tempo interferem diretamente na vida da Terra. Os temas se articulam à cultura juvenil, por meio do tratamento das tecnologias de comunicação e informação, com o(a) estudante sendo chamado a ser protagonista. Nas seções há atividades diversificadas da área de CNT em diálogos com outras áreas, como as CHSA.</p> <p>A obra segue os princípios gerais da BNCC para o desenvolvimento de competências e habilidades.</p>
<p>CONEXÕES - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. (CÓDIGO DO LIVRO: 0199P21203)</p>
<p>A obra é constituída por seis volumes do Livro do Estudante (LE), seis volumes do Manual do Professor (MP) e seis videotutoriais compondo o Material Digital do Professor (MDP). As disciplinas (Biologia, Física e Química) que compõem as CNT são trabalhadas a partir de ideias estruturantes, como Matéria, Energia, Ambiente, Saúde, Tecnologia e Evolução. Os conceitos gerais são tratados em cada volume, por meio de problematização social e cultural, e na relação com as CHS é enfatizado o envolvimento dos(as) estudantes em trabalhos individuais e coletivos de cunho analítico, crítico e propositivo, com materialização dessa intenção nas atividades das seções intituladas: interligações, comunicando ideias e atividades práticas.</p> <p>Tem como uma de suas bases teórico-metodológicas a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), para trabalhar a contextualização e a problematização em Ciência e Tecnologia, contemplando os quinze temas contemporâneos transversais previstos na BNCC, e o cumprimento do atendimento das competências gerais da Educação Básica e competências específicas das CNT e de CSH.</p>
<p>DIÁLOGO – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. (CÓDIGO DO LIVRO: 0196P21203)</p>
<p>A obra apresenta como fundamentos teórico-metodológicos a interdisciplinaridade, desenvolvida por meio da integração de conhecimentos da Biologia, Física e Química na análise de situações cotidianas, as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e a abordagem da História da Ciência, tendo em vista a sua compreensão como construção humana, historicamente contextualizada, e o caráter provisório do conhecimento científico, sujeito a reformulações. É dada ênfase aos conhecimentos prévios dos estudantes, aos procedimentos científicos, à experimentação, à argumentação e à construção coletiva do conhecimento, a partir da análise e intervenção na realidade, considerando-se temas contemporâneos como tecnologia, meio ambiente, saúde, economia, multiculturalismo e cidadania.</p> <p>Por meio de atividades de investigação/experimentação e resolução de problemas, busca de informações e troca e compartilhamento de ideias, é proposto a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades e competências gerais e específicas de CNT e de CHS, entre outras áreas.</p>
<p>MODERNA PLUS – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. (CÓDIGO DO LIVRO: 0198P21203)</p>
<p>A obra é organizada em seis volumes (livros) que abordam os conteúdos básicos de Biologia, Física e Química e apresenta um tema central integrador para cada volume. Os volumes são autocontidos e o(a) professor(a) pode escolher a sequência de volumes que melhor se adequa ao seu planejamento escolar.</p> <p>A obra apresenta abordagem teórico-metodológica centrada no letramento científico, associando-o ao respeito aos direitos humanos e ao ambiente, à diversidade cultural, à aprendizagem multidisciplinar e interdisciplinar e ao domínio de novas tecnologias. Contempla as competências gerais e específicas e habilidades preconizadas na BNCC, com articulação da área de CNT, a outras áreas do conhecimento, como CHS, LGG e MAT, com linguagem adequada ao EM, para que o(a) estudante faça uma leitura de seu cotidiano à luz da linguagem científica, necessária para a aprendizagem e compreensão de conceitos/fenômenos.</p>

Fonte: Produção dos autores adaptado do Guia Digital do PNLD 2021.¹³

¹³ Texto extraído do site: https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/componente-curricular/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias.

Os livros escolhidos pelos professores e redes de ensino foram enviados às escolas no final de 2021 para serem utilizados a partir do ano letivo de 2022, ano em que o NEM seria implantado para os 1º anos do Ensino Médio.

Na escola na qual o pesquisador atua como professor de Química, a obra escolhida pelos professores da área de Ciências da Natureza foi a coleção “Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, motivo pelo qual foi a obra analisada para esta pesquisa de mestrado. Ademais, a obra em questão trata dos livros do estudante. A seguir, no Quadro 3, fizemos uma breve apresentação da composição da coleção.

Quadro 3 - Coleção selecionada para análise.

Nome da coleção/ Editora	Título dos livros	Autor(es)
Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias Editora Moderna	O conhecimento científico	José Mariano Amabis; Gilberto Rodrigues Martho; Nicolau Gilberto Ferraro; Paulo Cesar Martins Penteadó; Carlos Magno A. Torres; Júlio Soares; Eduardo Leite do Canto; Laura Celloto Canto Leite.
	Água e Vida	
	Matéria e Energia	
	Humanidade e Ambiente	
	Ciência e Tecnologia	
	Universo e Evolução	

Fonte: Guia do PNL 2021.

Cada livro é organizado por capítulos; ao total são 30: 25 de Química e 5 interdisciplinares. Além disso, cada capítulo é organizado em seções, apresentadas no Quadro 4. A pré-análise se deu em todas as seções dos 30 capítulos.

Quadro 4 - Organização dos capítulos.

<p>Seção “Texto de abertura”: apresenta temas relacionados às Ciências da Natureza e indica os assuntos que serão abordados em cada capítulo;</p> <p>Seção “Itens”: são títulos contidos nos capítulos, que funcionam como uma chamada ou enunciado para a abordagem teórica a ser desenvolvida ao longo deles.</p> <p>Seção “Aplicando conhecimentos”: atividades para verificação e assimilação de conceitos apresentados ao longo do desenvolvimento dos conteúdos abordados na seção “Itens”;</p> <p>Seção “Atividade prática”: atividades que buscam abordar aspectos das Ciências da Natureza, como observação, investigação e formulação de hipóteses. São propostas de atividades experimentais, podendo ser desenvolvidas em laboratório ou não.</p> <p>Seção “Atividades em grupo”: atividades que estimulam o trabalho em grupo e favorecem o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, argumentação, comunicação etc.;</p> <p>Seção “Dialogando com o texto”: atividades ou informações diretamente relacionadas ao conteúdo, que visam acentuar a interatividade entre o estudante e o capítulo;</p> <p>Seção “Em destaque”: textos de outras mídias com informações complementares aos assuntos tratados nos capítulos;</p> <p>Seção “Exercícios resolvidos”: exemplos de aplicação da teoria apresentada ao longo dos capítulos;</p> <p>Seção “Atividades finais”: atividades autorais e dos principais vestibulares que englobam assuntos abordados ao longo do capítulo;</p>
--

Figuras: alguns assuntos desenvolvidos na seção “Itens” podem remeter a figuras que aparecem nas laterais do corpo do texto, utilizadas para exemplificar, detalhar, ou trazer uma informação complementar ao conteúdo verbal.

Fonte: Adaptado de informações da obra pesquisada (2024).

A seguir, apresentamos os títulos dos capítulos analisados (Quadro 5).

Quadro 5 - Livros e Capítulos correspondentes à coleção de LD selecionada.

Livros	Capítulos de Química	Capítulos Interdisciplinares
O conhecimento científico	Elementos, substâncias e reações químicas; Modelos atômicos e tabela periódica; Ligações químicas interatômicas; Fundamentos dos compostos orgânicos.	O conhecimento científico e as Ciências da Natureza. ¹⁴
Água e Vida	Geometria molecular e interações intermoleculares; Compostos inorgânicos; Concentrações das Soluções; Solubilidade e precipitação; Gases.	
Matéria e Energia	Quantidade de matéria e mol; Proporção nas reações químicas estequiométricas; Termoquímica, petróleo e combustíveis; Cinética química.	Fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza; Energia hoje e amanhã.
Humanidade e Ambiente	Coexistência de reagentes e produtos: equilíbrio químico; Acidez e basicidade das soluções aquosas; Algumas aplicações da escala de pH; Ácidos e bases na química orgânica.	Poluição ambiental e reciclagem; Sustentabilidade ambiental.
Ciência e Tecnologia	Pilhas e baterias (celas galvânicas); Oxidantes e redutores; Eletrólise; Nanotecnologia.	
Universo e Evolução	Classes funcionais orgânicas; Isomeria;	

¹⁴ Os capítulos destacados foram os selecionados para as análises. A escolha específica dos capítulos de Química, além dos capítulos interdisciplinares, deu-se em função do pesquisador ser docente da disciplina de Química, justificando-se como a disciplina de maior interesse do mesmo.

	Radioatividade; Origem dos elementos químicos.	
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A partir da análise preliminar dos capítulos destacados, foi possível identificar em quais capítulos e seções desses capítulos os princípios CTS mais apareciam, dado o quantitativo de “ocorrências CTS” encontradas em cada um. Essa pré-análise deu origem ao *corpus* analítico (quanto aos LD) da pesquisa. Na próxima seção detalhamos os procedimentos para a análise desses materiais.

2.3 Método de análise: Análise de Conteúdo

A Análise de Conteúdo (AC) é uma metodologia que permite fazer inferências objetivas sobre um determinado contexto, examinando o conteúdo simbólico das mensagens (Lüdke; André, 2013), que podem ser abordadas e investigadas de diferentes maneiras e vistas de diferentes ângulos. Bardin (2011, p. 47) refere que a AC é:

um conjunto de técnica de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 47).

A autora elenca etapas a serem seguidas ao utilizar técnica de AC. A primeira, a **análise preliminar**, passa pela escolha dos documentos e pela leitura flutuante destes, a fim de formular ou reformular hipóteses e objetivos de pesquisa, na medida em que são estabelecidas as primeiras impressões e orientações sobre o conteúdo dos materiais. Essa fase constitui a escolha do *corpus* de análise, ao seguir as regras da exaustividade, da representatividade, da homogeneidade e da pertinência. Respectivamente, elas atendem ao propósito de que, uma vez escolhido o *corpus* de análise, deve-se definir ou delimitar o que for relevante e pertinente para o alcance dos objetivos.

A segunda, o **aprofundamento de estudo do material de análise**, versa sobre a codificação e a categorização do *corpus* de análise. A codificação é a fase de transformação dos dados brutos do *corpus* em uma representação do conteúdo que expressa as mensagens que se pretende compreender e discutir. Nessa fase ocorre a escolha da unidade de contexto e das unidades de registro/significado. A unidade

de contexto pode ser entendida como o segmento no qual as unidades de registro/significado estão inseridas (por exemplo, a frase para a palavra, ou o parágrafo para o tema). As unidades de registro são as unidades de significação (por exemplo, uma palavra, um objeto, ou um tema que alude ao assunto pesquisado) que visam a categorização.

A categorização é a fase de reunião das unidades de registro/significado que expressam uma ideia, um conceito abrangente em comum. A categorização pode ser *a priori*, quando são fornecidas previamente à análise do *corpus* um grupo de categorias embasadas no referencial teórico, ou *a posteriori*, categorias que emergem ao longo da análise dos dados.

Bardin (2011) aponta características do que considera como uma boa categoria, entre essas características estão: a exclusão mútua (os elementos não podem ser enquadrados em mais de uma categoria, pois cada uma precisa expressar um sentido único); a homogeneidade (uso dos mesmos critérios para a eleição da categoria); a pertinência (a categoria passa a ser considerada pertinente quando estiver abarcada pelo referencial teórico e coerente com o material de análise); a objetividade e a fidelidade (a partir da definição dos critérios para que não haja distorções e que a subjetividade do codificador não interfira nesse processo); e a produtividade (as categorias precisam ser férteis para a realização de inferências).

A terceira etapa corresponde ao **processamento interpretativo dos resultados**, com inferência, a partir dos dados obtidos com a análise do *corpus*, no sentido de articular junto ao referencial teórico um novo significado ou a exposição de um significado antes não contemplado nas mensagens contidas nos documentos analisados.

Seguindo essas etapas da Análise de Conteúdo de Bardin (2011), inicialmente realizamos a análise preliminar do material empírico, por meio da leitura flutuante, a fim de identificar as amostras a serem investigadas. Após isso, fizemos a releitura dessas amostras, definindo as unidades de registro/significado para a etapa da categorização. Olhamos atentamente para os documentos legais DCNEM, BNCC-EM, RCG-EM, e para os capítulos dos LD, procurando identificar alguma referência ou aproximações com os princípios CTS, as quais foram contabilizadas por sua frequência de ocorrência.

Assim, ao examinar esses materiais procuramos ver se e como a perspectiva CTS “aparecia” nos documentos. A partir de princípios referendados na literatura

sobre a perspectiva CTS, os quais preconizam que os estudantes desenvolvam atitudes críticas e reflexivas por meio do conhecimento científico e tecnológico, apontamos princípios prévios, que remetem à necessidade de observar aspectos históricos, políticos, econômicos nos quais ocorrem os avanços da ciência, mas que nem sempre promovem o bem-estar social, e o cuidado com as questões ambientais (Auler; Bazzo, 2001; Linsingen, 2007).

Tais considerações resultaram em uma síntese de princípios CTS considerados pela literatura (Quadro 6), os quais nortearam a pré-análise do *corpus* de pesquisa.

Quadro 6 - Princípios de CTS.

Princípios de CTS	
1.	Apresenta relações entre os aspectos sócio-históricos, políticos e econômicos a respeito do desenvolvimento e inter-relações da ciência e da tecnologia, e como a sociedade é afetada por esses aspectos.
2.	Apresenta questões-problema reais que possibilitam a reflexão crítica e a tomada de atitudes conscientes e assertivas, visando o bem-estar individual e coletivo, por meio do conhecimento científico.
3.	Dá condições para que os estudantes pensem, discutam, proponham e participem de ações que visam a solução de problemas relacionados ao ambiente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024) - Adaptado de: Auler (2001, 2003, 2007), Bazzo (2001), Linsingen (2007), Mortimer (2000) e Santos (2000, 2007, 2011).

A partir dessa pré-análise, foi possível identificar ocorrências (trechos textuais em que notou-se aproximações com os princípios CTS) nos documentos legais, em textos de apresentação e descrição das CNT/Química e nas competências e habilidades da BNCC-EM e RCG-EM. No Quadro 7, apresentamos o quantitativo de ocorrências em que foram aludidos os princípios CTS, com as respectivas codificações utilizadas para as discussões dos resultados (Capítulo 5).

Quadro 7- Quantitativo de ocorrências nos documentos legais.

UNIDADE DE CONTEXTO	Nº DE OCORRÊNCIAS	CODIFICAÇÃO
DCNEM 2018	3	DCNp.x (x=nº página) ¹⁵
BNCC-EM	40	BNCCp.x
RCG-EM	10 ¹⁶	RCGp.x
Total de ocorrências: 53		

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

¹⁵ Visto que os documentos analisados se inserem no contexto da reforma do Ensino Médio, não utilizamos a data nem a abreviação “EM” para Ensino Médio na codificação. A codificação virá acompanhada da página do documento, onde está localizado o excerto do material de análise.

¹⁶ O RCG-EM contém as mesmas habilidades da BNCC-EM + habilidades acrescidas pela regionalidade. Assim, quando contabilizamos unidades de registros/significado da BNCC-EM, estamos também remetendo a registros no RCG-EM.

Quanto aos LD, inicialmente, examinamos todos os capítulos dos 6 livros que identificavam uma relação direta com a disciplina de Química - 25 capítulos - e mais 5 capítulos interdisciplinares. Com isso, buscamos mapear e quantificar o número de ocorrências por capítulos e suas seções. O Quadro 8 apresenta esses achados iniciais, extraídos de 25 capítulos da disciplina de Química e 5 capítulos interdisciplinares.

Quadro 8 - Quantitativo das ocorrências dos capítulos.

LIVRO1: O CONHECIMENTO CIENTÍFICO						
CAPÍTULOS	SEÇÕES e Nº DE OCORRÊNCIAS					
	Aplicando conhecimentos	Atividades em grupo	Atividades finais	Dialogando com o texto	Em destaque	Itens
O conhecimento científico e as Ciências da Natureza (Interdisciplinar).		2		2		5
Elementos, substâncias e reações químicas.			1		1	
Modelos atômicos e tabela periódica.		2				
Ligações químicas interatômicas.		2				
Fundamentos dos compostos orgânicos.		1				
LIVRO2: ÁGUA E VIDA						
Geometria molecular e interações intermoleculares.		1				
Compostos inorgânicos.	5	2	1			
Concentrações das soluções.	2	2		1		
Solubilidade e precipitação.	1	1		1		1
Gases.						
LIVRO3: MATÉRIA E ENERGIA						
Quantidade de matéria e mol.		1				
Proporção nas reações químicas estequiométricas.						
Fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza (Interdisciplinar).		2		1		1
Termoquímica, petróleo e combustíveis.				1	1	1
Cinética química.		1			1	4
Energia hoje e amanhã (Interdisciplinar).	2	2	1	2		18
LIVRO4: HUMANIDADE E AMBIENTE						

Coexistência de reagentes e produtos: equilíbrio químico.		1				
Acidez e basicidade das soluções aquosas.				1	1	1
Algumas aplicações da escala de pH.					1	
Poluição ambiental e reciclagem (Interdisciplinar).	1	1	5			19
Ácidos e bases na química orgânica.		1			1	
Sustentabilidade ambiental (Interdisciplinar).	1	2	3	1		36
LIVRO5: CIÊNCIA E TECNOLOGIA						
Pilhas e baterias (celas galvânicas).		1	2		1	1
Oxidantes e redutores.					1	
Eletrólise.		1				
Nanotecnologia.		1	1			3
LIVRO6: UNIVERSO E EVOLUÇÃO						
Classes funcionais orgânicas.		1				1
Isomeria.			1	1	1	
Radioatividade.			2		1	4
Origem dos elementos químicos.						
Total de ocorrências: 173						

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dado o quantitativo apresentado, efetuamos um recorte analítico no qual consideramos apenas os capítulos que continham a partir de 5 ocorrências, procurando mostrar aqueles capítulos que, no conjunto, mais remetiam aos princípios CTS, resultando em 10 capítulos (6 capítulos de química e 4 capítulos interdisciplinares). O Quadro 9 apresenta o quantitativo dessas ocorrências por capítulos e seções dos LD.

Quadro 9 - Quantitativo das ocorrências do recorte analítico.

LIVRO E CAPÍTULOS	SEÇÕES					
	Aplicando conhecimentos	Atividade em grupo	Atividades finais	Em destaque	Dialogando com o texto	Itens
LIVRO1: O CONHECIMENTO CIENTÍFICO	N ^a de ocorrências					
O conhecimento científico e as Ciências		2			2	5

da Natureza (nº1) ¹⁷ (Interdisciplinar)						
LIVRO2: ÁGUA E VIDA						
Compostos inorgânicos (nº2)	5	2	1			
Concentrações das soluções (nº3)	2	2			1	
LIVRO3: MATÉRIA E ENERGIA						
Cinética química (nº4)		1		1		4
Energia hoje e amanhã (nº5) (Interdisciplinar)	2	2	1		2	18
LIVRO4: HUMANIDADE E AMBIENTE						
Poluição ambiental e reciclagem (nº6) (Interdisciplinar)	1	1	5			19
Sustentabilidade ambiental (nº7) (Interdisciplinar)	1	2	3		1	36
LIVRO5: CIÊNCIA E TECNOLOGIA						
Pilhas e baterias (celas galvânicas) (nº8)		1	2	1		1
Nanotecnologia (nº9)		1	1			3
LIVRO6: UNIVERSO E EVOLUÇÃO						
Radioatividade (nº10)			2	1		4
Total de ocorrências: 139						

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para melhor discutir os resultados no Capítulo 4 desta dissertação, elaboramos a seguinte codificação para os livros didáticos, indicando: L = livro didático de 1 a 6; Cqui = capítulo química + número do capítulo ou Cint = capítulo interdisciplinar + nº do capítulo; p. = página do livro em que se encontra uma determinada ocorrência). Como exemplo, poderíamos ter: **L2.Cqui1.p.1.** ou **L1.Cint1.p.1.**, etc..

Identificadas as ocorrências da abordagem do tema CTS nesses capítulos (já no recorte), extraímos unidades de registro/significado, conforme Apêndice B (referente aos documentos legais) e Apêndice C (referente aos LD). As unidades de significado extraídas desse conjunto de documentos, reunidas por semelhança de seus conteúdos, originaram duas categorias emergentes para análise, uma em que a Educação em Ciências - CTS é associada a **questões ambientais antrópicas e sustentabilidade**, e outra que associamos a **questões sociais envolvendo, cidadania, saúde e bem-estar e mundo do trabalho**.

¹⁷ Os números entre parênteses correspondem à sequência dos capítulos selecionados para análise; não necessariamente seguem a numeração nos seus respectivos livros.

A seguir, no Capítulo 3, descrevemos as políticas curriculares pré-reforma do Novo Ensino Médio em relação à perspectiva CTS, e apresentamos as políticas atuais reformistas, com destaque para a BNCC, as DCNEM e o RCGEM, bem como a coleção de LD selecionados, indicando, a título de exemplo, algumas ocorrências CTS, que serão discutidas e analisadas no Capítulo 4.

3 DOCUMENTOS OFICIAIS E LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS NO CONTEXTO DA REFORMA DO ENSINO MÉDIO

3.1 Políticas de currículo para o Ensino Médio: uma breve revisão histórica

De acordo com a LDBEN/1996,

art. 2.º A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

art. 3.º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola; II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber; III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas; IV - respeito à liberdade e apreço à tolerância [...] (Brasil, 1996).

No documento, a educação brasileira é dividida em Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) e Ensino Superior. Com a Emenda Constitucional nº 59 de 11 de novembro de 2009, a Educação Básica, dos quatro aos dezessete anos de idade, passou a ser obrigatória e gratuita.

Quanto às modalidades, em consonância com a LDB, a Resolução nº 4 de 13 de julho de 2010 define as Diretrizes Curriculares Gerais Nacionais para a Educação Básica, prevendo a Educação do Campo (antes conhecida como Educação Rural), para atender jovens do campo/floresta; a Educação Escolar Indígena e a Educação Escolar Quilombola, oferecidas em unidades educacionais dentro de suas terras, com valorização e preservação da sua cultura; a Educação de Jovens e Adultos (EJA); a Educação Especial; a Educação Profissional e Tecnológica; e a Educação à Distância.

Segundo a LDBEN/1996, a Educação Básica “tem por finalidades desenvolver o educando, assegurando-lhe a formação comum indispensável e lhes fornecer meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (Brasil, 1996, p. 14). Ao Ensino Médio, foi prevista a duração de três anos (1.º, 2.º e 3.º ano), para atender aos seguintes objetivos:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (Brasil, 1996, p. 18).

No caso do Ensino Médio, a educação escolar sinalizou mudanças para adequar seus objetivos e finalidades à LDBEN, ainda, no final da década de 1990, com a homologação, pelo Conselho Nacional de Educação - Câmara Educação Básica (CNE/CEB), de Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (Brasil, 1998b), seguidas pela formulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 2000).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram apresentados como documentos políticos que traziam orientações para a proposição das mudanças curriculares pretendidas, com orientações relacionadas a questões metodológicas para o ensino das áreas/disciplinas, apresentando o detalhamento dos conteúdos a serem desenvolvidos pelos professores. Para o Ensino Médio, foram elaboradas mais duas versões dos PCN: PCN+ (Brasil, 2002) e PCN Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEN) (Brasil, 2006).

Também no início dos anos de 2000, concomitante com a produção dessas políticas, houve a produção de um Plano Nacional de Educação (PNE). O documento do PNE, instituído pela Lei nº 10.172/2001 (Brasil, 2001), apresentava metas a serem alcançadas dentro de um ciclo decenal, o período 2001-2010. Mas, ainda na primeira década dos anos de 2000, diante da impossibilidade do cumprimento de metas previstas no PNE, e como modo de acompanhar as políticas educacionais que estavam em curso, houve mais duas Leis aprovadas para a “atualização” do PNE: Lei nº 8.035/2010 – PNE (2011-2020) (Brasil, 2010b); e Lei nº 13.005/2014 (2014-2024) (Brasil, 2014). Essa última versão do PNE reforçava metas e estratégias¹⁸ associadas à produção de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cujas ações governamentais estavam encaminhadas para esse fim.

Em 2010, houve a homologação, por meio da Resolução CNE/CEB nº 4, de 13 de julho de 2010, de Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica,

¹⁸ 2.2) pactuar entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios, no âmbito da instância permanente de que trata o § 5º do art. 7º desta Lei, a implantação dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que configurarão a base nacional comum curricular do ensino fundamental.

3.3) pactuar entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios, no âmbito da instância permanente de que trata o § 5º do art. 7º desta Lei, a implantação dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que configurarão a base nacional comum curricular do ensino médio.

7.1) estabelecer e implantar, mediante pactuação interfederativa, diretrizes pedagógicas para a educação básica e a base nacional comum dos currículos, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos (as) alunos (as) para cada ano do ensino fundamental e médio, respeitada a diversidade regional, estadual e local

Estratégia. Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm

(DCNEB) (Brasil, 2010a), com princípios, finalidades, objetivos e recomendações para a organização curricular e para o desenvolvimento das atividades e ações educativas na educação escolar. Entre seus artigos, o art. 5, define que:

art. 5º A Educação Básica é direito universal e alicerce indispensável para o exercício da cidadania em plenitude, da qual depende a possibilidade de conquistar todos os demais direitos, definidos na Constituição Federal, no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), na legislação ordinária e nas demais disposições que consagram as prerrogativas do cidadão (Brasil, 2010a).

Em 2012, por meio da Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro de 2012, foram definidas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (Brasil, 2012). Em 2013, as DCNEM/2012 foram incorporadas às DCNEB/2010, resultando na produção do documento Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB/2013) (Brasil, 2013)¹⁹, apontando ser a Educação Básica um tempo e espaço para o desenvolvimento de “transformações corporais, afetivo-emocionais, socioemocionais, cognitivas e socioculturais, respeitando e valorizando as diferenças. Liberdade e pluralidade tornam-se, portanto, exigências do projeto educacional” (p. 17); e contendo orientações e recomendações legais para a Educação Infantil e os Ensinos Fundamental e Médio, tais como:

I – sistematizar os princípios e diretrizes gerais da Educação Básica contidos na Constituição, na LDB e demais dispositivos legais, traduzindo-os em orientações que contribuam para assegurar a formação básica comum nacional, tendo como foco os sujeitos que dão vida ao currículo e à escola; II – estimular a reflexão crítica e propositiva que deve subsidiar a formulação, execução e avaliação do projeto político-pedagógico da escola de Educação Básica; III – orientar os cursos de formação inicial e continuada de profissionais – docentes, técnicos, funcionários – da Educação Básica, os sistemas educativos dos diferentes entes federados e as escolas que os integram, indistintamente da rede a que pertençam (Brasil, 2013, p. 7).

Esse movimento de mudanças e de proposições legais para a Educação Básica nas duas primeiras décadas dos anos 2000 implicou em iniciativas e ações nos diferentes estados da federação, visando atender às recomendações/orientações dos documentos legais nacionais. No Rio Grande do Sul, em 2012, a Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul implementou o Ensino Médio Politécnico (EMP) (Rio Grande do Sul, 2011), com base nas DCNEM/2012 e endossado pelo Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) (Brasil, 2009), lançado pelo Governo Federal a fim

¹⁹ <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>

de incentivar as secretarias estaduais e o Distrito Federal a reestruturarem os currículos para o Ensino Médio.

Ao mesmo tempo, teve início, ainda em 2009, uma série de encontros e reuniões que apontavam a necessidade da elaboração de uma Base Nacional Comum. Em 2014 foi produzida uma versão preliminar do documento, o qual tinha como objetivo promover um debate amplo sobre a Base, sem especificar ementas ou objetivos para cada ano escolar, mas como referência para que as áreas do conhecimento construíssem uma base comum, levando em consideração as localidades e especificidades das escolas (Rosa; Ferreira, 2018).

Em 2015, a primeira versão da BNCC foi lançada e apresentada em fóruns e seminários, além de ficar disponível (on-line) ao público para consulta, pela qual recebeu mais de 12 milhões de contribuições. Em 2016, a segunda versão do documento foi publicada, incorporando considerações, relatórios e pareceres referentes à primeira versão. Na ocasião, o Conselho Nacional de Secretários Estaduais (CONSED) e a União dos Dirigentes Nacionais da Educação (UNDIME) foram os responsáveis pela entrega ao MEC do relatório de contribuições oriundo de discussões realizadas por professores, gestores e secretarias estaduais, para que uma nova versão do documento fosse produzida (Rosa; Ferreira, 2018).

Ainda em 2016, devido ao *impeachment* da presidente Dilma Rousseff, um novo governo ávido por mudanças na agenda política educacional atribuiu a um Comitê Gestor, formado por especialistas nacionais e internacionais da área mercadológica, a tarefa de analisar a segunda versão da BNCC (Rosa; Ferreira, 2018).

Além do Comitê Gestor, um grupo de empresários e órgãos não governamentais atuava no Movimento pela Base Nacional Comum (MBNC) que, conforme informações no site²⁰, foi constituído por pessoas e instituições apartidárias que se dedicaram “[...] a apoiar e monitorar a construção e a implementação de qualidade da BNCC [...] e do Novo Ensino Médio” (MBNC), também dispostos a gerenciar/administrar a elaboração da BNCC. Iniciativas como essa, junto com a decisão do governo federal de agilizar a execução da BNCC, resultaram, em 2017, na elaboração e divulgação da terceira e última versão da BNCC, mas ainda apenas para a Educação Infantil e Ensino Fundamental.

²⁰ <https://movimentopelabase.org.br/quem-somos>

Um ano depois, a terceira versão da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio²¹ (BNCC-EM) foi homologada pela Resolução CNE/CP nº 4, de 17 de dezembro de 2018, em meio a uma ampla discussão sobre a proposição de reforma do Novo Ensino Médio (NEM). Discussão que teve origem na medida provisória 746/2016, depois transformada na Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017a), culminando com a homologação, pelo Conselho Nacional de Educação, da atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, por meio da Resolução CNE/CEB nº 3, de 21 de novembro de 2018.

Com o NEM, houve modificação de alguns artigos da LDBEN/96, como o art. 24º (altera a carga horária mínima anual para mil horas); art. 36º (inclui itinerários formativos no currículo); art. 61º (autoriza o exercício de profissionais com notório saber para ministrar conteúdos de áreas afins a sua formação); art. 62º (os currículos de formação docente terão a BNCC por referência), entre outros. Dessa forma, evidenciam-se modificações que estabelecem um novo perfil de formação para a etapa final da Educação Básica, com concepções atreladas ao mercado de trabalho (Rosa; Ferreira, 2018).

3.2 A perspectiva CTS nas políticas de currículo pós-LDBEN/96 e pré-BNCC, na área de Ciências da Natureza/Química

Conforme as DCNEM/1998, as disciplinas curriculares foram organizadas em três grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; e Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a qual contemplava as disciplinas de Química, Biologia, Física e Matemática. No documento, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias é possível identificar princípios CTS, como reconhecer as ciências como construção humana que se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, e que estão relacionadas com as transformações da sociedade (Brasil, 1998b).

Havia, também, a recomendação de que os conhecimentos de Biologia, Física e Química estivessem articulados, a fim de explicar o funcionamento da natureza, avaliando as intervenções humanas na realidade natural. Com isso, indicava uma compreensão do desenvolvimento das ciências naturais, bem como o modo como

²¹ basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf

essas deveriam ser associadas ao desenvolvimento tecnológico, visando a proposição de solução de problemas (Brasil, 1998b). Além disso, era identificável uma orientação para a compreensão sobre o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na vida dos estudantes, bem como nos processos de produção, na vida social e no desenvolvimento do conhecimento, de modo que soubessem aplicar diferentes tecnologias em contexto escolar, profissional e em outros contextos relevantes (Brasil, 1998).

No ano de 2000, como política complementar às DCNEM/1998, foram produzidos os PCNEM (Brasil, 2000). Tais parâmetros continham orientações/sugestões para as mudanças curriculares previstas por áreas do conhecimento, estando no cerne das mudanças a ênfase no ensino para o desenvolvimento de competências e habilidades. Segundo o documento, as competências são entendidas como:

capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático (Brasil, 2000, p. 11-12).

Dessa forma, as competências e habilidades das diferentes áreas do conhecimento/disciplinas propunham-se a atingir as finalidades do Ensino Médio, as quais eram:

I - desenvolvimento da capacidade de aprender e continuar aprendendo, da autonomia intelectual e do pensamento crítico, de modo a ser capaz de prosseguir os estudos e de adaptar-se com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento;
II - constituição de significados socialmente construídos e reconhecidos como verdadeiros sobre o mundo físico e natural, sobre a realidade social e política;
III - compreensão do significado das ciências, das letras e das artes e do processo de transformação da sociedade e da cultura, em especial as do Brasil, de modo a possuir as competências e habilidades necessárias ao exercício da cidadania e do trabalho;
IV - domínio dos princípios e fundamentos científico-tecnológicos que presidem a produção moderna de bens, serviços e conhecimentos, tanto em seus produtos como em seus processos, de modo a ser capaz de relacionar a teoria com a prática e o desenvolvimento da flexibilidade para novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
V - competência no uso da língua portuguesa, das línguas estrangeiras e outras linguagens contemporâneas como instrumentos de comunicação e como processos de constituição de conhecimento e de exercício de cidadania (BRASIL, 1998b, p. 2).

Com relação à perspectiva CTS nos PCNEM, pode-se considerar que havia uma “sintonia” dos PCN com a perspectiva CTS pelos anúncios do documento de ser necessário promover a interação dos estudantes com os conhecimentos, mas não uma interação extremamente técnica ou abstrata com os conhecimentos químicos, em uma perspectiva na qual a excessiva armazenagem de conceitos e fórmulas seriam fatores de obtenção do conhecimento (Brasil, 2000). Sobre a disciplina de Química, o documento apontava uma crítica de que:

[..] o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo desde quase sempre a pura memorização [..] Reduz-se o conhecimento químico a fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema. Em outros momentos, o ensino atual privilegia aspectos teóricos, em níveis de abstração inadequados aos dos estudantes (Brasil, 2000, p. 32).

O documento referia, também, à necessidade de tratar aspectos históricos da Química como conhecimento importante para a compreensão dos avanços científicos em suas falhas e descontinuidades. Nesse sentido, para Santos e Mortimer (2000), a visão de Ciência como conhecimento pronto, acabado e como verdade absoluta deve ser desconstruída, visto que as teorias e descobertas científicas possuem caráter provisório, mutável e dinâmico, e a História da Química faz parte do conhecimento socialmente produzido.

De acordo com Santos (2007) e Auler e Delizoicov (2001), a concepção positivista da ciência é antagônica ao ensino e aprendizado balizados nos pressupostos CTS para o Ensino de Ciências da Natureza/Química, justamente por trazer o modelo desenvolvimentista da ciência ao contexto escolar, o qual toma um formato estanque e desconexo da realidade, disciplinar e enciclopedista, como mencionado nos PCNEM e PCN+.

Assim, a orientação era de que o ensino e a aprendizagem de Química deveriam contribuir para a “compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (Brasil, 2000, p. 31), ao invés de promover a mera transmissão de conteúdos que privilegiassem um ensino estanque e desconexo da realidade, que não contribuiria para a construção de uma visão crítica da ciência.

Nessa perspectiva, era recomendado o desenvolvimento de metodologias que articulassem os conhecimentos químicos com outras áreas do conhecimento, junto a questões socioculturais, em visitas a outros espaços, como estações de tratamento de água e indústrias, a fim de abordar problemáticas reais como foco de estudo (Santos; Mortimer, 2000); bem como que abordagens interdisciplinares e contextualizadas fizessem parte das metodologias de ensino para a aquisição das competências desejadas aos estudantes. Mas, alertavam, que isso não implicava promover

uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; [...] o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las (Brasil, 2002, p. 93).

Além disso, prescreviam que o desenvolvimento dos conteúdos fizesse uso de diferentes recursos e materiais didáticos, como vídeos, filmes, jornais, revistas, livros, peças teatrais e música, entre outros, visando a integração entre os próprios estudantes e a motivação pelas questões que permeiam a sociedade (Brasil, 2002).

Em 2002, foi produzida uma outra versão dos PCNEM, intitulada PCN+ (Brasil, 2002). Nesse documento, também havia crítica à abordagem dos conhecimentos com a concepção positivista da Ciência, na qual esta seria construída pelo método da observação e experimentação, estruturadas em um modelo “rígido e infalível”, que vemos como contrapondo aos objetivos e princípios da perspectiva CTS. Como proposição de mudança, o PCN+ recomendava que, no contexto do ensino de Química, o estudante deveria:

Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social; Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea; Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social; Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania (Brasil, 2002, p. 92).

Em 2006, um terceiro documento, intitulado PCN Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (Brasil, 2006), reafirmou que os componentes da área de Ciências da Natureza concorrem para a investigação sobre natureza e para o desenvolvimento científico e tecnológico, devendo possuir uma relação dinâmica no contexto escolar e estar organizados articuladamente às questões sociais, de modo a

promover a apropriação dos conhecimentos imbricados aos fenômenos naturais (Brasil, 2006).

Nessa perspectiva, destacava o papel importante da Química no desenvolvimento científico, tecnológico e nos diversos aspectos da vida em sociedade, para contribuir ativamente para a formação cidadã dos estudantes. Para isso, o ensino de Química deveria proporcionar a articulação entre seus métodos, linguagens e conceitos junto à realidade dos alunos (Brasil, 2006), mesmo que, epistemologicamente, ainda houvesse concepção positivista da Ciência nas organizações curriculares.

Nesse sentido, as OCEM apontavam que grande parte dos conteúdos ensinados, desnecessários e obsoletos, não contribuiriam para que o estudante construísse uma visão de mundo condizente com a realidade, considerando os aspectos científicos, naturais e culturais. Ademais, essas práticas eram constantemente criticadas e contrárias às pesquisas e propostas produzidas pela comunidade científica do país, relacionadas ao ensino de Química (Brasil, 2006).

Com relação às recomendações metodológicas, há referência às atividades experimentais, como práticas que deveriam ser desenvolvidas com os estudantes, desde que sua utilização não fosse desenvolvida apenas para confirmar uma teoria previamente exposta pelo professor. Assim, o uso da experimentação deveria se mostrar como estratégia de ensino e como espaço para o desenvolvimento do conhecimento, de criação e de produção, e não de, apenas, exemplificação ou reprodução de técnicas laboratoriais.

De modo geral, os documentos PCNEM, PCN+ e OCEM convergiam muitas vezes à perspectiva CTS, pois teciam críticas ao ensino abstrato dos conhecimentos, em especial dos conhecimentos químicos, os quais privilegiavam a excessiva armazenagem de conceitos e fórmulas como fatores de obtenção do conhecimento (Brasil, 2000). Essa ideia tende a conferir uma posição de superioridade das Ciências da Natureza em detrimento a outros campos do conhecimento, também assentando um ensino demasiadamente “disciplinar, parcelar, reducionista e enciclopedista da ciência” (Brasil, 2006, p. 104).

Como sugestões, o documento indicava a organização dos conteúdos por “temas estruturadores”, a fim de promover a compreensão dos aspectos políticos, sociais e econômicos, estreitamente relacionados aos avanços da ciência e da tecnologia, o que também é considerado por Santos (2007) como adequado para um

ensino que se aproxime da perspectiva CTS (Brasil, 2000). Além disso, também é destacada a importância de promover a abordagem histórica da Química e a ênfase na interdisciplinaridade, no sentido de desconstruir ideias positivistas acerca da Ciência (Brasil, 2002).

Ademais, havia a orientação para que o Ensino da Química desenvolvesse “atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas” (Brasil, 2006, p. 119), concepções estas que se aproximam dos pressupostos CTS para o Ensino de Química, referendados pela literatura.

Assim, na primeira década dos anos de 2000, os PCN exerceram o papel de orientação para as organizações curriculares, mas a base legal ainda eram as DCNEM/1998. Na segunda década dos anos de 2000, essas DCN foram atualizadas pelas DCNEM/2012 (Brasil, 2012), as quais apresentavam a organização das áreas do conhecimento com mudanças de denominação, passando a ser nomeadas como: Linguagens, Matemática, Ciências Humanas, e Ciências da Natureza. Neste novo documento, a ciência, conceituada como um conjunto organizado de conhecimentos produzidos pelas sociedades ao longo da história, deveria possibilitar compreender e transformar a natureza e a sociedade, enquanto a tecnologia deveria ser entendida como a transformação da ciência em força produtiva ou a mediação entre a ciência e a produção, estabelecidas pelas relações sociais que levaram essas produções (Brasil, 2012).

No mesmo documento surge, ainda, o tema da sustentabilidade socioambiental como meta universal, a ser desenvolvida como prática educativa integrada, contínua e permanente, e pautada na compreensão do equilíbrio e respeito necessários na relação do ser humano com seu meio ambiente. O documento reforça também que a interdisciplinaridade e a contextualização seriam meios de garantir a transversalidade dos saberes dos diferentes componentes curriculares, garantindo o diálogo entre as diversas áreas do saber (Brasil, 2012).

Todavia, ainda que a atualização das DCNEM/2012 trouxesse os indicativos para as pretendidas mudanças curriculares, as orientações/recomendações mais específicas e pormenorizadas de conhecimentos das diferentes áreas e disciplinas constavam nas versões dos PCN, os quais continuavam a servir de referência para os currículos da Educação Básica em muitas escolas. Isso muda com a homologação da BNCC-EM e de documentos oriundos da Base.

3.3 A reforma do Ensino Médio (NEM) instituída em documentos oficiais: um olhar para a BNCC-EM, as DCNEM e o RCG-EM

A BNCC é um documento que apresenta um conjunto de normativas para aprendizagens essenciais e progressivas ao longo da escolaridade básica, que compreende Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Como base para o desenvolvimento de currículos dos sistemas e redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, informa orientar-se por “princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (Brasil, 2018b, p. 7).

O documento informa os marcos legais que balizaram a sua produção, estando entre eles a LDBEN/96, que, no inciso IV art. 9, responsabiliza a União em conjunto com os Estados e Municípios quanto ao desenvolvimento de competências e diretrizes que devem perpassar a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Além disso, o documento sinaliza a necessidade dos ciclos de ensino terem uma base nacional comum, a ser complementada por uma parte diversificada que atenda às diferenças regionais, sociais, econômicas e culturais, e pelo Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024), que propôs um pacto interfederativo para a implantação de “diretrizes pedagógicas para a Educação Básica e a base nacional comum dos currículos, com direitos e objetivos de aprendizagem [...] para cada ano do Ensino Fundamental e Médio (...)” (Brasil, 1996, art. 9).

Em 2017, alguns artigos da LDBEN/1996 foram alterados pela Lei nº 13.415/2017, estando entre as finalidades da educação uma referência explícita à BNCC:

A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e **objetivos de aprendizagem** do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento [...].

A organização das áreas de que trata o caput e das respectivas **competências e habilidades** será feita de acordo com critérios estabelecidos em cada sistema de ensino (Brasil, 2017a, art. 35-A, 36).

Desse modo, a BNCC propõe que a Educação Básica promova a formação dos estudantes por meio de aprendizagens essenciais, a fim de desenvolver competências e habilidades. O documento apresenta dez competências gerais (Quadro 10), as quais precisam ser alcançadas pelos estudantes ao longo de toda a escolaridade básica. A BNCC conceitua “competências” como a:

mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018b, p. 8).

Quadro 10 - Competências gerais da Educação Básica.

1.	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade , continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. ²²
2.	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3.	Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4.	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5.	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6.	Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade .
7.	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8.	Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9.	Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10.	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários .

Fonte: Excerto da BNCC de 2018., p. 9.

Quanto à área de CNT para o Ensino Médio, no texto da BNCC-EM há referências à Ciência e à Tecnologia aplicada aos tipos de transportes, sensores óticos, redes telefônicas, eletrodomésticos etc., apontando que a ciência e a tecnologia podem influenciar a forma com que pensamos e agimos em questões relacionadas às mudanças climáticas e à agricultura (Brasil, 2018b).

²² Destaque nosso em negrito, sinalizando aproximações de conhecimentos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias com a perspectiva CTS.

Com isso, o texto chama a atenção para o fato de que a ciência e a tecnologia possibilitam novas formas de contemplar o mundo e a natureza, não servindo apenas como instrumentos para a resolução de problemas, embora muitos possam aplicar os conhecimentos científicos no cotidiano, como, por exemplo, na leitura e interpretação de rótulos alimentícios, na capacidade de prever o consumo energético de um eletrodoméstico mediante suas especificações técnicas etc. (Brasil, 2018b).

Indica, também, o papel das CNT no letramento científico da população e aponta a importância da articulação entre a Biologia, a Física e a Química para o desenvolvimento de competências e habilidades, visando o aprofundamento das Ciências da Natureza do Ensino Fundamental (Brasil, 2018b). Esse aprofundamento envolveria o desenvolvimento de conhecimentos conceituais nas temáticas “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”, que, atrelados ao fazer científico, caracterizariam a capacidade de utilizar modelos, teorias e leis de forma sistematizada, com vistas a elaborar, aplicar e interpretar fenômenos da natureza, bem como questões tecnológicas. Nesse sentido, é apontado que:

Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018b, p. 548).

No eixo “Matéria e Energia”, é recomendado que as competências e habilidades sejam desenvolvidas mediante questões-problema que possibilitem aos estudantes aplicarem modelos explicativos em diferentes situações, de modo a evoluírem sua capacidade de abstração. Para isso, devem buscar explicações e previsões para entender, por exemplo, a condutibilidade elétrica em diferentes materiais, o comportamento de gases sob a ação da temperatura e da pressão, os efeitos da absorção de energia luminosa pelos elétrons e as consequências das radiações na saúde e no ambiente (Brasil, 2018b).

No eixo “Vida, Terra e Cosmos”, os conteúdos são articulados aos eixos “Vida e Evolução” e “Terra e Cosmos”, desenvolvidos no Ensino Fundamental, visando que os estudantes sejam capazes de compreender processos relacionados à origem e evolução do cosmos, das estrelas, dos planetas e da vida, a partir da adoção de modelos explicativos para entender, por exemplo, as aplicações das reações nucleares nas datações geológicas e na formação da matéria. É indicada, ainda, a

importância de abordar os ciclos biogeoquímicos relacionando-os com o metabolismo dos seres vivos, do efeito estufa e das mudanças climáticas (Brasil, 2018b).

O documento recomenda, também, o desenvolvimento de aspectos históricos, sociais e culturais da ciência e da tecnologia, podendo-se associá-los à perspectiva CTS(A) quando propõe discutir “o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (Brasil, 2018b, p. 549).

Além disso, tal como já indicado em DCN anteriores, o documento recomenda a contextualização dos conhecimentos da área e não apenas a exemplificação de situações cotidianas, de modo a possibilitar que os estudantes apliquem esses conhecimentos na vida individual, no projeto de vida, no mundo do trabalho, refletindo e se posicionando frente a situações que envolvam energia, consumo, segurança, saúde e ambiente (Brasil, 2018b). Nesse cenário, também refere à contextualização histórica para mostrar que o conhecimento científico é produzido socialmente em meio a conflitos, impasses e sob influências sociais, políticas, econômicas, ambientais e culturais, para que os alunos possam compreender os limites das explicações científicas e da dinâmica da construção do conhecimento (Brasil, 2018b).

No âmbito dos processos e práticas de investigação, é recomendado que os estudantes se aproximem de instrumentos e métodos investigativos, a fim de desenvolverem o protagonismo frente aos mecanismos em que os conhecimentos científicos e tecnológicos são produzidos. Com isso, novamente, são mencionadas as situações-problema como caminho para promover a curiosidade e a criatividade, no intento de buscar soluções teóricas e/ou experimentais (Brasil, 2018b).

Quanto à divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade atual, o documento aponta a necessidade da apropriação, pelos estudantes, da linguagem específica das CNT (códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais), visando o seu letramento científico. Isso, atrelado ao ensejo de que os discentes utilizem as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para comunicar a diferentes públicos e contextos os conhecimentos produzidos (Brasil, 2018b).

Quanto às habilidades e competências para o EM, recomenda que sejam desenvolvidas de modo a possibilitar a ampliação e o aprofundamento sobre a produção e aplicação da ciência e da tecnologia, por meio de situações-problema acerca da vida, da qualidade de vida, da sustentabilidade, etc., de modo a fazer com

que os estudantes sejam capazes de avaliar os impactos das tecnologias contemporâneas na vida cotidiana, em setores produtivos e no uso e reutilização de recursos naturais, entre outros (Brasil, 2018b). Articuladamente às competências e habilidades específicas, orientam para a análise de materiais de divulgação científica, pautadas na ética, na ciência e na responsabilidade socioambiental, na medida em que desenvolvam posicionamento crítico frente a temas científicos e tecnológicos (Brasil, 2018b).

No EM, para a área de CNT, o documento elenca três competências específicas a serem desenvolvidas. Para cada competência específica são apresentadas uma série de habilidades, sendo sete habilidades para a competência específica 1, nove habilidades para a competência específica 2, e dez habilidades para a competência específica 3. No documento, as habilidades são entendidas como “conhecimentos em ação, com significado para a vida, expressas em práticas cognitivas, profissionais e socioemocionais, atitudes e valores continuamente mobilizados, articulados e integrados” (Brasil, 2018b, p. 2-3).

Os conjuntos de competências e habilidades são representados por siglas alfanuméricas, como na sigla EM13CNT101, em que: EM – Ensino Médio; 13 – do 1º ao 3º ano; CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias; 101 – 1 indica a 1ª competência específica da área e 01 – nº da habilidade referente à essa competência. A seguir, no Quadro 11, apresentamos as três competências específicas da área CNT e, a título de exemplo, algumas habilidades²³ referentes a cada uma delas.

Quadro 11 - Competências específicas da área CNT e excertos de algumas habilidades correspondentes.

<p>1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</p>	<p>(EM13CNT101): [...] realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT102): Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.</p>
--	---

²³ No apêndice nº 1 consta um quadro com todas as habilidades da BNCC-EM, acrescidas de habilidades da RCG-EM, na íntegra.

	<p>(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>(EM13CNT105): Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p> <p>(EM13CNT106) [...] considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.</p> <p>(EM13CNT107): Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, [...] para propor ações que visem a sustentabilidade.</p>
<p>2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.</p>	<p>(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p>
<p>3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT301): Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p> <p>(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p> <p>(EM13CNT304): Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT305): Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p> <p>(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental [...].</p>

	<p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p> <p>(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.</p> <p>(EM13CNT310): Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.</p>
--	---

Fonte: Excerto da BNCC 2018 (2024).

Além da BNCC, também em 2018, antes mesmo da aprovação da BNCC-EM, foi homologada pela Resolução CNE/ Nº 3, de 21 de novembro de 2018, a atualização das Diretrizes Nacionais para o Ensino Médio de 2012, contendo os princípios e orientações para a implementação do NEM. De acordo com o art. 5º da DCNEM/2018, fica instituído que o Ensino Médio (em todas suas formas de oferta, organização e modalidades), além dos princípios gerais estabelecidos para a educação nacional no art. 206 da Constituição Federal e no art. 3 da LDBEN/96, será norteado pelos seguintes princípios específicos:

- I - formação integral do estudante, expressa por valores, aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais;
- II - projeto de vida como estratégia de reflexão sobre trajetória escolar na construção das dimensões pessoal, cidadã e profissional do estudante;
- III - pesquisa como prática pedagógica para inovação, criação e construção de novos conhecimentos;
- IV - respeito aos direitos humanos como direito universal;
- V - compreensão da diversidade e realidade dos sujeitos, das formas de produção e de trabalho e das culturas;
- VI - sustentabilidade ambiental;
- VII - diversificação da oferta de forma a possibilitar múltiplas trajetórias por parte dos estudantes e a articulação dos saberes com o contexto histórico, econômico, social, científico, ambiental, cultural local e do mundo do trabalho;
- VIII - indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos protagonistas do processo educativo;
- IX - indissociabilidade entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem (Brasil, 2018, p. 7).

Em articulação com a BNCC-EM, as DCNEM/2018 apresentam a estrutura curricular do NEM organizada em áreas do conhecimento, devendo contemplar a Formação Geral Básica (FGB) e os Itinerários Formativos (IF). A FGB é referida como:

conjunto de competências e habilidades das áreas de conhecimento previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que aprofundam e consolidam as aprendizagens essenciais do ensino fundamental, a compreensão de problemas complexos e a reflexão sobre soluções para eles (Brasil, 2018, p. 2).

A FGB compreende as áreas de Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; e Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No caso da área de Ciências da Natureza, diferentemente do explicitado nas DCNEM/2012 com relação às disciplinas, nas DCNEM/2018 as disciplinas de Biologia, Física e Química não são referidas, apenas a área de CNT.

Com relação aos IF, esses são apresentados como um conjunto de unidades que visam aprofundar os conhecimentos dos alunos e para “o prosseguimento de estudos ou para o mundo do trabalho, de forma a contribuir para a construção de soluções de problemas específicos da sociedade” (Brasil, 2018a, p. 2). O documento refere, também, que:

os itinerários formativos devem considerar as demandas e necessidades do mundo contemporâneo, estar sintonizados com os diferentes interesses dos estudantes e sua inserção na sociedade, o contexto local e as possibilidades de oferta dos sistemas e instituições de ensino (Brasil, 2018a, p. 7).

Na área de CNT, é recomendado que os itinerários sejam organizados de modo a privilegiar uma formação técnica e profissional, considerando:

aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, física geral, clássica, molecular, quântica e mecânica, instrumentação, ótica, acústica, química dos produtos naturais, análise de fenômenos físicos e químicos, meteorologia e climatologia, microbiologia, imunologia e parasitologia, ecologia, nutrição, zoologia, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (Brasil, 2018a, p. 7).

Entre os impactos do NEM, está a ampliação da carga horária total, passando de 2.400 horas (800 horas anuais) para 3.000 horas (1.000 horas anuais) até o final de 2024. Após 2024, a previsão é de ampliação progressiva para 4.200 horas (Brasil, 2018a).

Das 3.000 horas previstas nesse período inicial (de 2022 a 2024), 1.800 horas (60% da carga horária) serão destinadas à FGB (Matemática, Língua Portuguesa, Sociologia etc.) e 1.200 horas aos IF, cujas propostas curriculares devem garantir o desenvolvimento de competências gerais e específicas da BNCC, contemplando a formação integral do estudante (Brasil, 2018a).

Com relação aos IF, devem contemplar um conjunto de disciplinas organizadas por áreas do conhecimento que podem ser escolhidas pelos estudantes segundo suas preferências e interesses. De acordo com o documento, essa flexibilidade propiciaria aos discentes conhecerem e desenvolverem suas aptidões, sendo direcionados para áreas específicas e habilidades pertinentes ao mercado de trabalho e à cidadania.

Em nível estadual, assim como em nível nacional, a BNCC-EM está alinhada às DCNEM/2018, e no estado do Rio Grande do Sul também ao Referencial Curricular Gaúcho do Ensino Médio (RCG-EM).

Conforme se lê no documento do RCG-EM (Rio Grande do Sul, 2021), ele foi elaborado à luz da BNCC-EM por uma equipe de especialistas em educação, professores do Ensino Médio das diferentes áreas do conhecimento e demais profissionais da área, com o objetivo de promover uma educação de qualidade, que valorizasse a cultura e a identidade regional e atendesse às necessidades específicas dos estudantes gaúchos. Para tal, afirma preconizar a formação integral dos estudantes estimulando o desenvolvimento de competências gerais e específicas, de forma a prepará-los para vida acadêmica, profissional e cidadã.

Os marcos legais para a implementação do RCG-EM incluem: a LDBEN/96; a BNCC-EM; as DCNEM/2018; os referenciais curriculares para elaboração de Itinerários Formativos, estabelecidos pela Portaria MEC nº 1.432/2018; o PNE/2014-2024; e a Resolução do Conselho Estadual de Educação do Rio Grande do Sul (CEED-RS) nº 349/2019, que orienta o sistema estadual de ensino para organização do processo de implementação do NEM (Rio Grande do Sul, 2021).

No RCG-EM, em consonância com a BNCC, a área de CNT é caracterizada como construção humana que se desenvolve em diferentes contextos históricos, sociais e culturais, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento de diversas habilidades, como a curiosidade, a análise crítica, a reflexão, a argumentação, a ética e a responsabilidade. Além disso, aponta-se a necessidade de apropriação das linguagens específicas das Ciências, a fim de que o aluno possa estabelecer conexões entre os avanços tecnológicos e a linguagem cotidiana, os saberes populares e as demandas sociais, por meio das mesmas temáticas da BNCC-EM: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos” (Rio Grande do Sul, 2021).

Com relação à Química²⁴ (área de CNT), é apontado que tem o papel fundamental na forma de ver, interpretar e se apropriar do mundo material articulando-o à consolidação dos seres humanos enquanto sociedade, e relaciona a evolução e desenvolvimento da vida humana à manipulação do fogo e ao manejo dos elementos naturais para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitaram sua sobrevivência e subsistência. Nessa perspectiva, o documento aponta que a História da Química precisa ser integrada ao longo do ensino, auxiliando o estudante a entender como esses conhecimentos foram socialmente produzidos e sistematizados desde os períodos mais antigos (Rio Grande do Sul, 2021).

Também está presente no RCG-EM a recomendação de articulação interdisciplinar por meio de atividades integradoras, com vistas a associar conceitos de Química com demais conhecimentos do cotidiano dos estudantes, a fim de explicitar a dinâmica das transformações que ocorrem no corpo humano, na natureza, na indústria e em todos os contextos em que podem ser observadas. Com isso, é enfatizada a importância de uma abordagem interdisciplinar entre os componentes Biologia, Física e Química, articulada a tecnologias e metodologias ativas, colocando os estudantes como protagonistas desses processos (Rio Grande do Sul, 2021).

Nas recomendações do documento vemos, assim, uma aproximação com a perspectiva CTSA, pois ele ressalta que os conhecimentos químicos possibilitam a compreensão dos avanços tecnológicos em relação a questões ambientais, sociais, éticas, culturais, políticas e econômicas, oportunizando aos estudantes a aquisição de competência para tomadas de decisões conscientes na medida em que os saberes envolvidos sejam integrados ao contexto de suas vidas. Bem como, essa aproximação também é perceptível quando recomenda a articulação de temas contemporâneos, como saúde, ética, pluralidade cultural e tecnologias, a questões relevantes à realidade dos estudantes e da escola, como meio ambiente, agricultura, medicamentos, alimentação, cosméticos, etc. (Rio Grande do Sul, 2021).

A título de exemplo, o documento menciona o estudo da atmosfera, o qual traz aspectos relacionados ao comportamento dos gases, concentrações, oxigênio, compostos de nitrogênio, gases nobres, pressão atmosférica etc., enfatizando o papel essencial do nitrogênio na agricultura e na indústria química ao mesmo tempo em que

²⁴ Diferentemente da BNCC, o RCG especifica as disciplinas da área de CNT: Biologia, Física e Química.

contribui para a poluição atmosférica e a liberação de óxidos prejudiciais ao meio ambiente. Com isso, aponta a necessidade de haver discussão sobre responsabilidade ambiental, o que exigiria conhecimentos não apenas do campo da química, mas também de outras áreas do currículo (Rio Grande do Sul, 2021).

Nessa mesma direção, refere à necessidade de promover estratégias de ensino com o desenvolvimento de situações-problema, recomendando a abordagem de temas relacionados ao meio ambiente, como poluição, combustíveis fósseis, tratamento de água, chuva ácida, efeito estufa, descarte de resíduos sólidos, etc. Considera que dessa forma os estudantes teriam uma compreensão mais profunda sobre os conceitos químicos e suas aplicações no mundo real, de modo a serem encorajados a propor soluções frente a essas temáticas (Rio Grande do Sul, 2021).

As competências gerais e as específicas da área CNT e as habilidades para cada competência que consta na BNCC-EM também são apresentadas no RCG-EM. No caso das habilidades, houve acréscimos que envolvem conhecimentos regionais/locais, sendo intituladas no documento “Habilidades RS”. A seguir, no Quadro 12, a título de exemplo, apresentamos um excerto dessas habilidades²⁵, correspondendo às habilidades da BNCC-EM apresentadas no Quadro 10.

Quadro 12 - Habilidades do RCG acrescidas às habilidades da BNCC-EM.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	
HABILIDADES BNCC	HABILIDADES RS (acrescentadas)
(EM13CNT101): Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar as transformações químicas, biológicas e físicas como correlação do saber científico de maneira prática, resultando na resolução de problemas do cotidiano a fim de avaliar e prever os efeitos das transformações físicas, químicas e biológicas sofridas pelos materiais na natureza ou na indústria, promovendo debates sobre os impactos desses processos no meio ambiente; - Elaborar explicações, previsões e cálculos [...] para propor ações que otimizem o uso de recursos naturais e a preservação da saúde humana e da vida em geral; - Estabelecer relação entre cálculo estequiométrico envolvendo pureza e rendimento com os processos químicos, como por exemplo a mineração, por meio de pesquisa e avaliação de dados sobre a composição química de rejeitos, analisando e discutindo

²⁵ Conforme dito anteriormente, no apêndice nº 1 consta um quadro com todas as habilidades da BNCC-EM, acrescidas de habilidades da RCG-EM, na íntegra.

	possíveis soluções para redução e reaproveitamento desses resíduos.
(EM13CNT102): Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	- Discutir a relação entre a composição dos alimentos, valor energético e a obesidade, a fim de compreender a relação entre alimentação e sustentabilidade.
(EM13CNT103): Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.	- Avaliar os benefícios e os riscos da aplicabilidade da radioatividade, entendendo-a como fenômeno, a fim de discutir que os conhecimentos científicos devem ser aplicados para o bem-estar coletivo diante das consequências da exposição à radiação no corpo humano, vegetais, água, solo e animais, considerando sempre os princípios da bioética.
(EM13CNT104): Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	- Avaliar e prever os efeitos do uso de íons de metais pesados na composição de dispositivos eletroquímicos no solo e na água, propondo ações para o descarte correto desses resíduos; - Avaliar as vantagens e desvantagens das técnicas ligadas à biotecnologia na agricultura e no meio ambiente.
(EM13CNT105): Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	- Ter ciência das consequências da intervenção humana na alteração dos ecossistemas e da influência disso nos ciclos biogeoquímicos, dando ênfase às questões locais.
(EM13CNT106): Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.	- Avaliar, compreender e explicar questões socioculturais e ambientais relacionadas à produção de biodiesel e centrais hidrelétricas e seus impactos, ecologia, sustentabilidade, petróleo, analisando e diferenciando energias alternativas e limpas e sua viabilidade.
(EM13CNT107): Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.	- Reconhecer grandezas físicas bem como suas unidades e conversões, envolvidas com o funcionamento de aparelhos eletroeletrônicos domésticos, bem como avaliar a sua eficiência e consumo de energia.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	
HABILIDADES BNCC	HABILIDADES RS (acrescentadas)
(EM13CNT206): Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e	- Ter ciência da importância da preservação da vida no planeta, em toda sua diversidade e complexidade, a fim de preservar a

quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	sobrevivência de todas as espécies, entre elas a espécie humana.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	
HABILIDADES BNCC	HABILIDADES RS (acrescentadas)
(EM13CNT301): Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	- Utilizar o conhecimento científico a fim de elaborar explicações sobre fenômenos cotidianos e justificar decisões tomadas com base no método científico e nas ciências, com ética e responsabilidade.
(EM13CNT302): Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.	- Analisar e interpretar textos científicos, buscando informações em fontes confiáveis, a fim de argumentar e posicionar-se criticamente, de forma coerente, ética e responsável, comunicando-se e expressando-se por meio da linguagem científica (química, física e biologia).
(EM13CNT304): Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.	- Conhecer a importância da utilização de conhecimentos científicos para o desenvolvimento da ciência considerando a ética e as consequências do uso indevido desses saberes, em todas as ações humanas.
(EM13CNT305): Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.	- Desenvolver uma postura crítica e ética em relação a utilização de conhecimentos científicos na vida em sociedade.
(EM13CNT306): Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.	- Analisar e investigar o comportamento das diferentes substâncias orgânicas e inorgânicas, com base nos modelos de ligações químicas, uma vez que estão presentes no cotidiano e compreender que seu manuseio e aplicabilidade mesmo em contextos domésticos requer cuidado e responsabilidade.
(EM13CNT307): Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.	- Analisar e discutir como a estrutura atômica da matéria interfere nas propriedades macroscópicas observadas nos diferentes tipos de materiais, por meio da interpretação de modelos explicativos e de textos científicos a fim de promover debates acerca da importância de

	escolher o material adequadamente para cada fim, de acordo com sua dureza, durabilidade, maleabilidade, entre outras propriedades, quando para fins médicos (próteses), de sustentação (na construção civil) ou na agricultura (adubação), por exemplo.
(EM13CNT309): Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	- Discutir a questão do uso de combustíveis fósseis, bem como a extração do petróleo, todo o processo de refino, obtenção de derivados e suas implicações ambientais, políticas e financeiras, a fim de traçar possibilidades mais sustentáveis e renováveis.
(EM13CNT310): Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.	- Reconhecer o papel do conhecimento químico, físico e biológico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas de produção agrícola e industrial, bem como fabricação de alimentos, vacinas e medicamentos, considerando os fundamentos da biossegurança.

Fonte: Rio Grande do Sul (2021).

Conforme o exposto, percebe-se que os documentos oficiais articulados à reforma do NEM suscitam princípios CTS, tanto nos textos de apresentação das CNT/Química como nas competências e habilidades. A seguir, apresentaremos um panorama geral sobre o programa que orienta os LD, bem como uma breve apresentação da coleção de LD analisada.

3.4 A BNCC-EM e o NEM em Livros didáticos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio

No Brasil, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), vinculado ao Ministério da Educação (MEC), é o programa responsável pelas diretrizes de aquisição dos livros didáticos, desde a sua elaboração até a sua distribuição para as redes públicas de ensino da Educação Básica brasileira.

Os recursos financeiros destinados aos materiais didáticos são administrados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). O FNDE, de natureza autárquica conferida pela Lei nº 5.537, de 21 de novembro de 1968, e alterado pelo Decreto-Lei nº 872, de 15 de setembro de 1969, é responsável pelo cumprimento das políticas educacionais do MEC. De acordo com os fundamentos legais (Constituição

Federal, LDBEN e demais leis e decretos específicos) e em consonância com a Resolução nº 42, de 28 de agosto de 2012, delibera as competências relacionadas ao PNLD, conforme Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, como indicado a seguir:

art. 1º O Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD, executado no âmbito do Ministério da Educação, será destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público. § 1º O PNLD abrange a avaliação e a disponibilização de obras didáticas e literárias, de uso individual ou coletivo, acervos para bibliotecas, obras pedagógicas, *softwares* e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros materiais de apoio à prática educativa, incluídas ações de qualificação de materiais para a aquisição descentralizada pelos entes federativos (Brasil, 2017b).

O referido decreto estabelece procedimentos prévios para que os livros didáticos do PNLD sejam efetivamente utilizados na educação escolar. Inicialmente, as escolas da rede pública, em nível federal, estadual e municipal, devem fazer a inscrição no programa e encaminhar seu pedido ao MEC, de acordo com as orientações e procedimentos estabelecidos e divulgados.

As editoras interessadas na elaboração dos livros concorrem aos editais lançados pelo FNDE observando suas exigências e inscrevendo as obras. As obras inscritas passam por uma triagem física e técnica, sendo avaliadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), e, na sequência, enquadradas nas especificidades exigidas e então encaminhadas para a Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC). Por sua vez, a SEB convoca especialistas de cada área/disciplina a fim de avaliar pedagogicamente os livros, conforme expresso no Decreto nº 9.099/2017:

art. 10. A avaliação pedagógica dos materiais didáticos no âmbito do PNLD será coordenada pelo Ministério da Educação com base nos seguintes critérios, quando aplicáveis, sem prejuízo de outros que venham a ser previstos em edital: I - o respeito à legislação, às diretrizes e às normas gerais da educação; II - a observância aos princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano; III - a coerência e a adequação da abordagem teórico-metodológica; IV - a correção e a atualização de conceitos, informações e procedimentos; V - a adequação e a pertinência das orientações prestadas ao professor; VI - a observância às regras ortográficas e gramaticais da língua na qual a obra tenha sido escrita; VII - a adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico; e VIII - a qualidade do texto e a adequação temática (Brasil, 2017b).

Os livros aprovados passam a compor o Guia Digital do Livro Didático, disponibilizado pelo sítio eletrônico do FNDE, e são enviados (em cópias impressas) às escolas. Nas instituições de ensino, os professores escolhem os livros e fica à

cargo dos diretores informarem ao FNDE dos títulos selecionados. A Fundação é quem realiza o processo de compra com as editoras, acompanha o processo de produção e organiza a distribuição para as escolas.

Os livros são entregues às escolas geralmente no mês de outubro do ano anterior ao período de sua utilização, de forma trienal e em ciclos alternados para o 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental; para o 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e para o 1º ao 3º ano do Ensino Médio. Os livros reutilizáveis devem ser devolvidos pelos estudantes ao final do ano letivo, para que outros alunos possam usá-los; já os livros consumíveis (Língua Estrangeira, Filosofia e Sociologia) não precisam ser devolvidos, sendo repostos anualmente.

O Edital nº 03/2019, disponibilizado para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o PNLD 2021, foi alinhado às orientações legais da BNCC-EM e das DCNEM/2018 quanto aos critérios para a oferta dos livros pelas editoras. Os critérios e recomendações são de caráter eliminatório comuns e específicos e a não observância das exigências enquadra as obras como incompatíveis. Entre os critérios, além de outras coisas, estão questões técnicas de diagramação dos livros, como número limite de páginas, tamanho da folha, equilíbrio entre textos principais, textos complementares, gráficos, imagens etc. (Brasil, 2019).

O edital exigiu, também, que os seis volumes que configuram uma coleção devem abordar de forma equânime as competências gerais, específicas e habilidades de cada área do conhecimento de acordo com a BNCC-EM. Além disso, nessa versão do programa PNLD há a recomendação de que cada livro seja autocontido e não sequencial no que tange à progressão de conteúdos e complexidade pedagógica (Brasil, 2019).

Para a área de CNT, o edital elenca as seguintes recomendações:

a) contextualizar e problematizar a ciência e a tecnologia no que tange aos processos biológicos, físicos e químicos; b) assegurar o desenvolvimento da análise crítica, criativa e propositiva acerca de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano; c) valorizar a prática científica e a tomada de decisão informada cientificamente, focando no desenvolvimento de processos de investigação; d) explorar conceitos das ciências da natureza para resolver problemas na vida cotidiana, mediante o fornecimento de subsídios para a tomada de decisão informada cientificamente; e) trabalhar de forma integrada aos temas contemporâneos

e em constante diálogo com os estudantes; f) debater sobre a importância da etnociência, abordando os limites e potencialidades do relativismo; etc. (Brasil, 2019).

A partir disso, como já dito, as obras inscritas pelas editoras são avaliadas pelo IPT e por uma equipe de especialistas de área, e as aprovadas passam a compor o Guia Digital do PNLD para a escolha dos professores nas escolas. As escolhidas são informadas ao MEC para o recebimento dos livros. No Guia Digital do PNLD, edital nº 03/2019, área de CNT para o Ensino Médio, constam sete coleções de livros (conforme indicado no Quadro 2).

Diferentemente dos editais anteriores, para os quais eram produzidos LD da área de Ciências da Natureza por seriação (1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio) e por disciplina (Biologia, Física e Química), totalizando 9 livros, no edital de 2019, a área de CNT foi organizada em 6 livros, os quais podem ser utilizados em todas as disciplinas da CNT (Biologia, Física e Química) e em qualquer ano, conforme o planejamento dos professores, desde que à luz da BNCC-EM.

Para esta pesquisa, como já dito, procedemos a análise da coleção “Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias” (Amabis, Martho, Ferraro, Pentead, Torres, Soares, Canto, Leite), da editora Moderna, por ser a utilizada na escola em que o pesquisador atua. A coleção é composta por 6 livros, intitulados como: 1. O conhecimento científico; 2. Água e Vida; 3. Matéria e Energia; 4. Humanidade e Ambiente; 5. Ciência e Tecnologia; 6. Universo e Evolução. O Quadro 13 apresenta o número de capítulos por disciplina de cada livro.

Quadro 13 - Capítulos por disciplinas dos livros da Coleção Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias”.

Título dos livros	Biologia	Física	Química	Interdisciplinares
O conhecimento científico	4	4	4	1
Água e Vida	4	3	5	0
Matéria e Energia	3	3	4	2
Humanidade e Ambiente	3	3	4	2
Ciência e Tecnologia	4	4	4	0
Universo e Evolução	4	4	4	0
Total	22	21	25	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Também, conforme já foi dito, procedemos à leitura de todas as seções (ver Quadro 4 no Capítulo 2) dos 30 capítulos selecionados (25 de Química e 5 interdisciplinares).

Na introdução de cada livro há um tópico intitulado “Por dentro da BNCC”, o qual elenca as competências e habilidades mobilizadas, com tabelas indicando as habilidades desenvolvidas em cada capítulo. Também na introdução, o tópico “Produzindo mídias digitais” traz sugestões para a produção e transmissão de informações. Todos os capítulos dos livros começam com a seção “Texto de abertura” e encerram com a seção “Atividades finais”; as demais seções não seguem obrigatoriamente a sequência exposta no Quadro 7. Além disso, nem todas as seções aparecem em um mesmo capítulo.

Após buscar por aproximações com a perspectiva CTS nos capítulos de Química e nos capítulos interdisciplinares, selecionamos o *corpus* de análise para os LD que, como já dito, resultou em 10 capítulos: 6 de Química e 4 interdisciplinares, apresentados e codificados no Quadro 14.

Quadro 14 - Capítulos analisados.

Livros	Capítulos de Química	Capítulos Interdisciplinares
LD1. O conhecimento científico		Cint1. O conhecimento científico e as Ciências da Natureza.
LD2. Água e Vida	Cqui2. Compostos inorgânicos. Cqui3. Concentrações das soluções.	
LD3. Matéria e Energia	Cqui4. Cinética química.	Cint5. Energia hoje e amanhã.
LD4. Humanidade e Ambiente		Cint6. Poluição ambiental e reciclagem. Cint7. Sustentabilidade ambiental.
LD5. Ciência e Tecnologia	Cqui8. Pilhas e baterias (celas galvânicas). Cqui9. Nanotecnologia.	
LD6. Universo e Evolução	Cqui10. Radioatividade.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com relação às seções de cada capítulo, foram consideradas as que mais contemplavam o tema CTS, variando de um capítulo para o outro. Mas, de modo geral, as que mais tratavam de conteúdos/temas relacionados eram as seções “Itens”, “Atividades finais” e “Atividades em grupo”, seguidas pelas seções “Aplicando conhecimentos”, “Em destaque” e “Dialogando com o texto”.

A título de exemplo quanto à organização do livro, apresentamos o capítulo interdisciplinar nº 6, intitulado “Poluição ambiental e reciclagem”, do livro 4 “Humanidade e Ambiente”. A seção “Itens” é organizada em: “Introdução”; “Poluição ambiental” (com os subitens: “poluição do ar”; “poluição da água”; “poluição do solo”; “poluição sonora”; “poluição visual” e “poluição radioativa”); e “Reciclagem” (com os subitens: “reciclagem do metal”; “reciclagem do papel”; “reciclagem do vidro” e “reciclagem do plástico”). A seguir, apresentamos um excerto dessa seção:

Muitas substâncias nocivas à saúde são lançadas diretamente nos mares por rios poluídos que neles deságuam. Como consequência, as praias ficam impróprias para banhos. Entre as medidas que podem ser tomadas para despoluir ou evitar que as águas sejam poluídas estão:

- o tratamento e a ampliação das redes de esgoto;
- o tratamento das substâncias tóxicas produzidas pelas indústrias, tornando-as inofensivas; [...].

As leis brasileiras de proteção ambiental são bastante avançadas. Cabe ao governo fiscalizar, punir e multar os responsáveis por crimes contra o meio ambiente, o que nem sempre acontece. Mas cada cidadão também deve se conscientizar de sua responsabilidade e de que pode assumir atitudes simples para minimizar a poluição, como reduzir o consumo de produtos industrializados e de embalagens plásticas [...]. (L4.C6int.p.112).

Como pode ser visto, a seção “Itens” apresenta os aspectos teóricos sobre uma determinada temática/conteúdo dentro do capítulo. Essa seção é o corpo central do livro, abordado como “texto corrido”. Reconhece-se princípios CTS no trecho referido quando, por exemplo, é mencionado no texto um problema ambiental e articulado com diferentes dimensões sociais, como o acesso ao saneamento básico, questões políticas e de conscientização no consumo material.

A seção “Aplicando conhecimentos” propõe a resolução de três questões (p. 114), por exemplo, a questão de vestibular a seguir, que trata sobre o descarte de lixo em aterros sanitários:

3. (Univas-MG) O lixo urbano é responsável por vários impactos ambientais. Mesmo este não sendo um problema exclusivo das grandes cidades, é nelas que ele se torna um grande desafio para as administrações públicas. Sobre as formas de recolhimento e contaminação do lixo urbano é correto afirmar: Observe as alternativas e indique no caderno a opção de acordo com as respostas.

- 1. Os lixões e aterros sanitários, normalmente, são localizados na periferia, e recebem lixo das cidades. É frequente, porém, pessoas usarem os terrenos abandonados ou da própria rua para esse fim.*
- 2. Os aterros sanitários são locais onde o lixo fica a céu aberto, em zonas de mata, afastado dos rios e da periferia.*
- 3. Além do mau cheiro, da poluição visual e da presença de ratos e insetos, os aterros e os lixões trazem outras consequências para as áreas onde estão situados. O chorume e os resíduos sólidos do lixo afetam a saúde da população do entorno, geralmente formada por pessoas de baixa renda.*
- 4. A decomposição*

da matéria orgânica do lixo produz um resíduo fétido e ácido que evapora e não polui os solos e as águas. a) Quando as alternativas 1, 2 e 3 estiverem corretas. b) Quando as alternativas 1 e 3 estiverem corretas. c) Quando as alternativas 2 e 4 estiverem corretas. d) Quando somente a alternativa 4 estiver correta (L4.C6int.p.114).

Nessa questão podemos reconhecer uma possível articulação com o CTS, por relacionar problemas socioambientais e propor aos estudantes que reflitam sobre o apresentado com o intuito de perceberem quais são as reais consequências causadas ao ambiente e à população (especialmente aos mais vulneráveis economicamente).

Também, na seção “Atividades finais”, encontramos uma atividade (retirada do ENEM) que trata sobre a questão ambiental:

(ENEM) A questão ambiental, uma das principais pautas contemporâneas, possibilitou o surgimento de concepções políticas diversas, dentre as quais se destaca a preservação ambiental, que sugere uma ideia de intocabilidade da natureza e impede o seu aproveitamento econômico sob qualquer justificativa [...]. Considerando as atuais concepções políticas sobre a questão ambiental, a dinâmica caracterizada no texto quanto à proteção do meio ambiente está baseada na a) prática econômica sustentável. b) contenção de impactos ambientais. c) utilização progressiva dos recursos naturais. d) proibição permanente da exploração da natureza. e) definição de áreas prioritárias para a exploração econômica (L4.C6int.p.120).

A questão pede que o estudante indique uma resposta adequada com base nas “atuais concepções políticas sobre a questão ambiental”, o que indica uma aproximação com a perspectiva CTS. Todavia, pudemos observar que o enunciado não se aprofunda nos danos ambientais, visto que a intenção seria a de que os estudantes refletissem sobre os impactos das políticas econômicas não sustentáveis. Seria desejável que isso fosse mais explicitado, de forma que o estudante fosse capaz de refletir criticamente, ampliando sua compreensão sobre os impactos ambientais.

Já na seção “Atividade em grupo”, é apresentada uma tarefa que trata sobre o uso de defensivos agrícolas:

(...) A engenharia genética, por exemplo, desenvolveu produtos geneticamente modificados, como a soja e o milho transgênicos. Entretanto, há muita oposição, principalmente dos grupos ambientalistas, a esses procedimentos. Forme um grupo com seus colegas para investigar os pontos positivos e negativos da produção de transgênicos. Em seguida, procurem por outras formas de evitar o uso de agrotóxicos. Essas alternativas são economicamente viáveis? Depois, debatam com os outros grupos a respeito do tema (L4.C6int.p.112).

A atividade propõe uma discussão em torno de uma temática científica controversa, a modificação genética de alimentos e a contrariedade ao uso dessa tecnologia por grupos ambientalistas. Essa questão envolve dimensões econômicas, políticas e ambientais, sendo solicitado aos estudantes que pensem a respeito e debatam, o que fomenta a reflexão e a criticidade, aspectos pertinentes à perspectiva CTS.

Também a título de exemplo quanto à organização dos capítulos dos livros, apresentamos o capítulo de química nº 3, intitulado “Concentrações das soluções”, do livro 2 “Água e vida”. A seção “Aplicando conhecimentos” propõe a resolução de exercícios referentes aos conteúdos apresentados na seção “Itens”. O exercício nº 12, por exemplo, apresenta a seguinte questão:

Você trabalha no departamento de controle de qualidade de uma empresa que comercializa camarões e recebeu um carregamento recém-pescado no qual verificou, mediante análise laboratorial, que havia 0,7 mg de cádmio em cada 100g de crustáceo. [...]. b) O cádmio é um metal extremamente tóxico. O limite permitido desse metal em crustáceos, por determinação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), do Ministério da Saúde, é de 0,5mg/kg, ou seja, 0,5mg por quilograma de massa total. Determine a quantas ppm em massa isso corresponde. c) Você liberaria esse lote para comercialização? Argumente em favor de sua decisão (L2.C3qui.p.96).

Nesse exercício podemos reconhecer uma aproximação com a perspectiva CTS na articulação entre um conhecimento técnico-científico da Química (concentrações das soluções – partes por milhão) aplicado a uma problemática social (limite tolerável de metais pesados em um insumo alimentício), colocando o estudante na posição de um cidadão-trabalhador responsável por um setor comercial, que deve tomar uma decisão assertiva com base nesse conhecimento.

Já na seção “Atividades em grupo” (p. 93 e 94), uma atividade é apresentada do seguinte modo:

Os metais pesados como o chumbo são tóxicos e muito prejudiciais à nossa saúde e ao meio ambiente. Investiguem quais são os mais preocupantes, as formas de contaminação e os problemas que causam no organismo humano e nos ecossistemas. Pesquisem recursos digitais (simuladores, vídeos etc.) que ajudem a demonstrar sua periculosidade. Usem os resultados para produzir um vídeo (sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro) que explique o problema à comunidade, que se posicione criticamente em relação às diversas aplicações desses metais e proponha medidas individuais e coletivas para o correto uso e descarte de materiais que sejam possíveis fontes de contaminação (L2.C3qui.p.94).

Essa atividade traz a problemática dos metais pesados na alimentação, articulando-a ao impacto ambiental de forma mais abrangente. Também indica que o estudante se posicione criticamente sobre o assunto, propondo ações individuais e coletivas de forma a mitigar o problema. Ademais, aponta que os resultados da pesquisa devem ser divulgados à comunidade por meio de mídias digitais, indicando a necessidade da realização de processos de socialização da Ciência. Também, na seção “Dialogando com o texto”, podemos reconhecer a questão ambiental na apresentação e discussão dos conhecimentos de química.

Em muitas localidades litorâneas, esgotos são despejados no mar, gerando impactos ambientais. A diluição dos dejetos na água marinha nem sempre é suficiente para dispersá-los totalmente e acelerar sua biodegradação. A prática gera muitos problemas, entre eles a contaminação de praias, tornando-as impróprias para banho. Pesquise por que a concentração de coliformes fecais na água do mar é usada pelas autoridades sanitárias para decidir se uma praia pode ser frequentada. Se você mora em regiões litorâneas (ou as frequenta), procure em fontes confiáveis a qualidade das praias que conhece e estabeleça uma relação com as condições de saneamento básico da região (L2.C3qui.p.95).

O trecho sugere uma pesquisa com o objetivo de desenvolver no estudante um pensamento mais articulado e crítico em relação ao conhecimento técnico-científico da Química (concentração das soluções), com um problema social (saneamento básico).

Em linhas gerais, observa-se que os princípios CTS permeiam os diferentes currículos pós-LDBEN/1996, desde os PCN e, atualmente, BNCC e o RCG, bem como os LD – área de CNT/Química. No que tange à reforma do NEM, a partir de recortes da leitura dos documentos oficiais e dos livros didáticos que indicam contemplar os pressupostos da perspectiva CTS, extraímos unidades de registro/significado que deram origem às categorias de análise. Estas serão apresentadas no próximo capítulo, como análise dos resultados obtidos, à luz do referencial teórico adotado nesta pesquisa, pela qual mostramos as possibilidades e limitações em CTS nesse novo contexto curricular proposto pelo NEM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de responder à questão de pesquisa que buscou apontar como se materializa a perspectiva CTS nas políticas curriculares reformistas do NEM para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química, e atender ao objetivo de analisar a reforma curricular para o Ensino Médio à luz dos pressupostos CTS em documentos oficiais e em livros didáticos, percorremos um caminho de pesquisa e de análise que nos possibilitaram chegar a alguns resultados e a tecer considerações sobre o trabalho realizado.

Ao retomar o histórico sobre o movimento CTS em relação à área educacional, vimos que ele surgiu da necessidade de repensar os impactos sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Esse movimento, que se iniciou em universidades europeias e estadunidenses, começou a adentrar na Educação Básica destacando a importância de incluir temas éticos, econômicos, ambientais e políticos nos currículos escolares em Ciências da Natureza, visando uma formação ética e humanista dos estudantes. Também no Brasil, a perspectiva CTS na educação ganhou força a partir da década de 1990, após a divulgação de materiais e pesquisas sobre o tema.

Ao longo do tempo, a “entrada” da perspectiva CTS no currículo tornou possível perceber o caráter político do mesmo na medida em que ele tem efeitos nas formas dos sujeitos que frequentam a escola têm em interpretar o mundo, tal como a perspectiva crítica de currículo considera, daí a convergência entre a perspectiva CTS e a concepção crítica de currículo. Foi com essa concepção que articulamos a perspectiva CTS à reforma curricular do Novo Ensino Médio (Lei nº 13.415/2017) em análises de documentos oficiais e de livros didáticos.

Ao tomar o NEM como objeto de estudo em articulação à perspectiva CTS, apontamos que no cenário educacional brasileiro, desde a década de 1990, houve uma série de políticas para o Ensino Médio que propuseram mudanças significativas, culminando com a divulgação da versão homologada da BNCC em 2018. Esse movimento de homologação da Base foi concomitante à atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, sendo homologadas também em 2018.

Ao analisar o tratamento da perspectiva CTS nos documentos oficiais pertinentes ao NEM, foi possível reconhecer algumas aproximações, por exemplo, em recomendações sobre o desenvolvimento de aspectos históricos, sociais e culturais

da ciência e tecnologia. Bem como, de questões relevantes ao cotidiano e ao contexto social, de modo promover uma compreensão crítica e de tomada de decisões conscientes pelos estudantes, preparando-os para vida acadêmica, profissional e cidadã.

Quanto à investigação da perspectiva CTS nos LD, vimos que como estes estão alinhados às recomendações da BNCC/2018, das DCNEM/2018 e do RCGEM/2021, também contemplam os pressupostos da perspectiva CTS, seguindo as recomendações dos documentos legais. Nos LD esses pressupostos estão concentrados nos capítulos interdisciplinares, com pouca presença nos capítulos específicos de conteúdos de Química. Os achados serem localizados nos capítulos interdisciplinares está coerente com a premissa do movimento CTS de tratar as implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico com abordagem interdisciplinar.

No entanto, com a redução de carga horária da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química, entendemos que essa redução deixará um tempo menor para as disciplinas específicas da Formação Geral Básica (FGB), podendo implicar em priorização dos capítulos com conteúdos de Química, colocando em segundo plano (se houver tempo) o tratamento de temas/assuntos dos capítulos interdisciplinares.

Com isso, pode-se inferir que a menção aos princípios/pressupostos CTS nos documentos oficiais ou nos LD não implica que serão priorizados ou que serão promovidas discussões críticas e éticas a respeito das temáticas referidas. Isso porque nota-se uma rasa presença da perspectiva CTS nos capítulos de Química, não privilegiando a possibilidade de conectar os conteúdos escolares de Ciências da Natureza/Química à vida social de modo a promover uma formação informada e crítica dos estudantes sobre os impactos sociais e éticos da ciência e tecnologia, a fim de que atuem como cidadãos responsáveis e conscientes.

Ao reunir as unidades de significado extraídas do material empírico, chegamos a categorias emergentes que relacionam Educação em Ciências e CTS, especialmente, no tratamento de questões ambientais antrópicas e sustentabilidade, e de questões sociais, envolvendo, cidadania, saúde e bem-estar e mundo do trabalho.

Com relação às questões ambientais antrópicas e sustentabilidade, os materiais tratam, em sua maioria, sobre os efeitos ambientais causados pelas ações

humanas. Assim como no início do movimento CTS, os textos apresentam “denúncias” com relação aos problemas ocasionados ao ambiente, e direcionam as discussões para a necessidade de os sujeitos desenvolverem ações de proteção ambiental e de sustentabilidade.

Entretanto, percebe-se que a ideia de sustentabilidade trazida nos LD aproxima-se de um ambientalismo de mercado, no qual são sugeridas/oferecidas “soluções” que não problematizam a lógica do mercado capitalista, que incita o consumo indiscriminado. Diante disso, nota-se um distanciamento com a ideia de cuidado e proteção ambiental e de sustentabilidade preconizada pelo movimento CTS, o qual questiona o crescimento econômico às custas da degradação ambiental. Assim, não se trata apenas de orientar os estudantes a separar e reciclar os materiais descartados, mas também sobre como reduzir o consumo de modo a contribuir para uma prática cidadã em prol de uma sociedade sustentável do ponto de vista ambiental.

No que diz respeito ao modo como a perspectiva CTS está articulada à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química em relação à formação para a cidadania, saúde, bem-estar e mercado de trabalho, as recomendações legais e pedagógicas para a promoção de uma formação crítica, reflexiva e interdisciplinar dos conteúdos indicam uma aproximação com a perspectiva CTS. No entanto, no NEM, com a redução de carga horária para a FGB e a eliminação de disciplinas para a inserção de itinerários formativos (cuja oferta que até o momento tem se mostrado confusa e sem direcionamento), há uma tendência de priorizar o desenvolvimento de habilidades empreendedoras e de formação para o mundo do trabalho, comprometendo a formação crítica e humanística dos estudantes.

No contexto do NEM, ao considerar os interesses do mercado e da economia no processo de formação discente, a reforma torna desfavorável a perspectiva CTS no currículo, pela dificuldade dos professores, em um tempo reduzido, atenderem o ensino de conteúdos específicos das disciplinas juntamente com a oferta de disciplinas “novas” para os itinerários formativos. Diante dessa dificuldade, a mudança curricular em curso pode favorecer uma formação em Ciências da Natureza/Química desconectada das reais necessidades de uma sociedade sustentável.

Nesse sentido, a reforma do Ensino Médio, concebida sob forte influência do neoliberalismo, traduz-se em um modelo que impacta negativamente não apenas a qualidade de formação discente, mas também o próprio trabalho docente, que se vê pressionado a se adaptar a demandas, muitas vezes, contrárias aos princípios de uma

educação crítica e humanística, comprometendo a formação para a cidadania crítica e participativa.

Então, ao mesmo tempo em que reiteramos ser adequada a presença da perspectiva CTS na Educação em Ciências, como significativa para o desenvolvimento de uma compreensão sobre os impactos da ciência e da tecnologia na vida cotidiana e no ambiente, destacamos que, com a reforma do Novo Ensino Médio, a abordagem de temáticas e conteúdos em aulas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química, considerando os objetivos da vertente CTS, pode ser dificultada.

Por isso, é fundamental reconhecer a existência de tendências mercadológicas na reforma do NEM e reafirmar a importância de uma educação que prepare os estudantes para que enfrentem os desafios do futuro com responsabilidade e consciência crítica, sobretudo, em contextos nos quais a sociedade sofre as consequências do negacionismo científico em nome da economia, como temos vivenciado com relação às mudanças climáticas ou ao uso de vacinas. A promoção de formação científica contextualizada com as questões socioambientais na educação escolar pode ser uma estratégia de resistir e contrapor o negacionismo científico.

Ao final desta pesquisa nos questionamos sobre as principais ideias e valores que seriam promovidas na Educação em Ciências no contexto do NEM e consideramos que a reforma tem favorecido a manutenção do *status quo*. Ela não privilegia a capacidade de reflexão crítica sobre uma variedade de questões que abrangem os âmbitos político, econômico, cultural, ambiental, científico, tecnológico e social, como a formação preconizada pelos princípios CTS, fundamental para o entendimento das interações entre ciência, tecnologia e o contexto socioambiental. Desse modo, os princípios sustentados em CTS, tendem a ser marginalizados, dificultando a compreensão dos estudantes, por exemplo, sobre a importância da sustentabilidade e da responsabilidade social frente aos avanços científico-tecnológicos.

Como professor³⁵ de Química no Ensino Médio, afetado pela redução de carga horária da disciplina que ministro e acreditando no potencial da perspectiva CTS na Educação em Ciências para a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente,

³⁵ Nesta parte final do texto, escrevo em primeira pessoa a fim de expor as contribuições que este trabalho de pesquisa teve para a minha atuação como docente no ensino médio.

entendo que se eu e meus pares não criarmos estratégias, as discussões CTS podem se dar de forma aligeirada e rasa, ou não acontecer em aulas de Química.

Diante desse cenário, me posiciono como um agente ativo na defesa da articulação dos princípios CTS na Educação em Ciências, procurando pensar em como atenuar as dificuldades impostas pela reforma para o contexto da prática pedagógica, sendo possível considerar a incorporação de elementos CTS em projetos disciplinares e interdisciplinares atrelados aos conteúdos específicos da Química ou aos conteúdos de disciplinas dos itinerários formativos.

Quanto ao papel da realização da pesquisa no meu exercício profissional, considero que me possibilitou compreender a necessidade de os professores discutirem seus planejamentos com os colegas da área de Ciências da Natureza, de modo a propor ações para minimizar os efeitos da reforma na formação crítica e cidadã dos estudantes.

Finalizando, destaco que apesar de conseguir responder às questões que nortearam os objetivos desta dissertação, chego a sua finalização com outras indagações, as quais abrem margem para futuras investigações. Por exemplo, ver como as recomendações e orientações pedagógicas que constam nos documentos legais e nos LD são (ou não) operacionalizados em aulas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias/Química, de modo a contemplar a perspectiva CTS? Como os docentes conseguem (ou não) articular à sua prática tal abordagem, considerando a redução de carga horária do componente curricular? E quanto aos estudantes, que aprendizagens têm sido privilegiadas com o novo desenho curricular reformista?

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen. STS education: a rose by any other name. *In*: CROSS, Roger. **A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham**. Saskatoon: Routledge Press, 2003. p. 2-19.

APPLE, Michael. Repensando Ideologia e Currículo. *In*: MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa e SILVA, Tomaz Tadeu da. **Currículo, cultura e sociedade**. 7 ed. São Paulo: Cortez, 2002a, 39-57.

APPLE, Michael. A Política do Conhecimento Oficial: faz sentido a ideia de um currículo nacional? *In*: MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa e SILVA, Tomaz Tadeu da. **Currículo, cultura e sociedade**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2002b, 59-91.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Revista Ensaio** (Belo Horizonte), v. 5, n. 1, p. 68-63, mar. 2003. Disponível em: www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PttHq/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 maio 2022.

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Revista Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 01-20, nov. 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/34380774/enfoque_ci%C3%80ncia-tecnologia-sociedade_pressupostos_para_o_contexto_brasileiro. Acesso em: 20 março. 2022

AULER, Décio.; BAZZO, Walter Antônio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 01-13, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wJMcpHfLgzh53wZrByRpmkd/>. Acesso em: 23 fev. 2022.

AULER, Décio.; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Revista Ensaio** (Belo Horizonte), v. 3, n. 2, p. 122-134, dez. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLg4qqN9SzHjNq7Db>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BALL, Stephen. Educação global S. A.: Novas redes políticas e o imaginário neoliberal. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2014.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. **Edital de Convocação nº 03/2019 – CGPLI**. Edital de Convocação para o Processo de Inscrição e Avaliação de Obras Didáticas, Literárias e Recursos Digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático PNLD 2021. MEC/SEB, 2019.

_____. Decreto nº 9.099 de 18/07/2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2017b. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e->

programas/programas/programas-do-livro/pnld/legislacao-pnld/decreto-no-9099-de-18-de-julho-de-2017/view. Acesso em: 13 dez. 2021.

_____. Lei nº 10.172, de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE). **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9099.htm. Acesso em: 15 nov. 2021.

_____. Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 15 nov. 2021.

_____. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**, 2017a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 15 nov. 2021.

_____. Lei nº 8035 de 2010. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010b. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/54a-legislatura/pl-8035-10-plano-nacional-de-educacao/documentos/outros-documentos/avulso-pl-8035-10-c>. Acesso em: 15 nov. 2021.

_____. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 30 out. 2021.

_____. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. SEB/DICEI. Brasília, 2013, p. 562. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 13 mar. 2022.

_____. Ministério da Educação. Portaria nº 971 de 9 de outubro. Institui o **Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI)**. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 13 out. 2009. Seção 1. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9607-documentoorientador-proemi&Itemid=30192. Acesso em: 20 dez. 2022.

_____. Ministério da Educação. Secretária da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília-DF: MEC, SEB, 2018b. Versão Homologada. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf Acesso em: 01. Jan 2022.

_____. Ministério da Educação. Secretária da Educação Básica. **Resolução nº 3, de 21 de novembro 2018. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Resolução.** Brasília – DF: MEC, SEB, 2018a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192> Acesso em: 05 jan. 2022.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2 – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, MEC/SEB, 2006, p. 135. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Parte III – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEB, 2000, p. 58. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 23 maio 2022.

_____. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002, p. 144. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 28 maio 2022.

_____. Resolução nº 3, de 26 de junho de 1998. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 jun. 1998b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf. Acesso em: 14 jan. 2022.

_____. Resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jan. 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9917-rceb002-12-1&Itemid=30192. Acesso em: 2 fev. 2022.

_____. Resolução nº 4, de 13 de julho de 2010. Define as Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jul. 2010a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_10.pdf. Acesso em: 12 out. 2022.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998a. 138 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em 25 maio 2022.

BELTRÃO, José Arlen.; TAFARELL, Celí. A ofensiva dos reformadores empresariais e a resistência de quem defende a educação pública. **Revista Retratos da Escola**, v. 11, n. 21, p. 587-601, jul./dez, 2017. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/786>. Acesso em: 19 março 2023.

CARVALHO, Isabel. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CARVALHO, Nathália Leal; KERSTING, Cristiano.; ROSA, Gilvan.; FRUET, Lumar.; BARCELLOS, Afonso. Lopes. Desenvolvimento sustentável x desenvolvimento econômico. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 3, p. 109-117, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/17768>. Acesso em: 9 fev. 2024.

CEREZO, José López. **Ciencia, tecnologia y sociedad**. Asunción: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (ConaCyT) - Paraguay, 2017.

CHALMERS, Alan. **O que é ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, 22. p. 89-100, abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh>. Acesso em: 18 fev. 2023.

CORONA, Fernanda Farias. **Educação CTS/CTSA com enfoque freiriano no ensino de química de nível médio: debates sobre a temática de saneamento básico**. 2020. 160 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1120>. Acesso em: 12 fev. 2023.

DAGNINO, Renato. O que é o PLACTS (pensamento latino-americano em ciência, tecnologia e sociedade)? *In*: NEDER, R. T. (Org.). **CTS – ciência, tecnologia sociedade e a produção de conhecimento na Universidade**. Brasília: UnB, 201, p. 35-52.

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

ENCARNAÇÃO, Rosiele Oliveira; PIOVESAN, Andreia Maria.; COUTINHO, Renato Xavier. O cinema como recurso didático no ensino de química orgânica. **Revista Ciências & Ideias**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 184-196, dez. 2022. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/2104>. Acesso em: 12 fev. 2024.

FERNANDEZ, João Vitor Martins. *et al.* Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: autoaprendizagem guiada por aplicativo web. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, e020210295, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/DRQLY4pC8YRvZgvqq5vWPfy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 fev. 2024

FILIZOLA, Heloisa Ferreira. *et al.* Contaminação dos Solos em áreas agrícolas. *In.* MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. (Edt.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002, p. 79-86.

FREIRE, Lila Inês Follmann. **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química**. 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC_7fd8f492ebbf4b9d84456365359229d7. Acesso em: 30 abr. 2022.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1975.

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

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

GLIESSMAN, Stephen. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GOULART, Paulo Ricardo. (2008). **Eletrônica e cidadania em uma abordagem CTS para o ensino médio: Problematização da instalação e utilização de cercas elétricas** (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Biblioteca Digital UFRGS.

GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 9, p. 201-209, ago. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/>. Acesso em: 29 março 2022.

IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente). **Xingu Solar: projeto no território indígena aumenta disponibilidade energética e poderia gerar economia para o país**. São Paulo, jan. 2019. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/xingu-solar-projeto-no-territorio-indigena-aumenta-disponibilidade-energetica-e-poderia-gerar-economia-para-o-pais-20190101>. Acesso em: 13 fev. 2024.

LIMA, Verônica Ferreira; MERÇON, Fábio. Metais pesados no ensino de química. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 199-205, nov. 2011.

LIMAVERDE, Patricia. Base Nacional Comum: desconstrução de discursos hegemônicos sobre o currículo. **Terceiro Incluído**, v. 5, n. 1, p. 78-97, jun. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/teri/article/view/36348>. Acesso em: 15 ago. 2022.

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

LOPES, E. C. P. M.; CAPRIO, M. As influências do modelo neoliberal na educação. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, n. 5, p. 1–16, 2008. DOI: 10.22633/rpge.v0i5.9152. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/9152>. Acesso em: 20 mar. 2024.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Eliézer Alves. **Políticas de currículo e reformas no ensino médio: uma análise de contextos em documentos e na percepção de professores de ciências da natureza**. 2019. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Antônio Flávio Silva; SILVA, Tomaz Tadeu da. Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução. *In*: MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa e SILVA, Tomaz Tadeu da. **Currículo, Cultura e Sociedade**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2002, p. 13-47.

MOURA, Perimar. **O "novo" ensino médio: um projeto neoliberal**. O Momento. [S. l.], 19 mar. 2022. Disponível em: <https://omomento.org/o-novo-ensino-medio-um-projeto-neoliberal-para-a-educacao/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

MUENCHEN, Cristiane.; AULER, Décio. **Configurações Curriculares Mediante o Enfoque CTS: Desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos**. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73132007000300010&lng=pt&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 24 set. 2024.

OLIVEIRA, José Elivelton Gomes de; FIRME, Ruth do Nascimento. Análise de uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva CTS visando o desenvolvimento da responsabilidade socioambiental. **CEMeR**, v. 12, n. 1, p. 49-67, 2022. Disponível em: https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/articloe/view/1283. Acesso em: 7 fev. 2024.

PALACIOS, E. M. García; LINSINGEN Irlan Von (Ed.); GONZÁLEZ GALBARTE J. C. LÓPEZ CEREZO J. A.; LUJÁN, J. L., PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. (Ed.); GORDILLO, M. Martín; OSÓRIO, C.; VALDÉS, C.; BAZZO, Walter. Antônio. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.

PAAVOLA, Jouni. Towards sustainable consumption: economics and ethical concerns for the environment en consumers choices. **Review of Social Economy**, [s. l.], v. 59, n. 2, p. 227-248, jun. 2001.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez. **Cuestiones Sociocientíficas en la Enseñanza de las Ciencias: Experiencias investigativas e innovadoras**. 1. ed. Bogotá: Instituto Nacional de Investigación e Innovación Social, 2021.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez.; LOZANO, Diana Lineth Parga. **Aportes investigativos para la Enseñanza de las Ciencias y el Conocimiento Didáctico del Profesor**. 1. ed. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, CIUP, 2018. Disponível em: <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9429>. Acesso em 24 set. 2024.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez.; LOZANO, Diana Lineth Parga. **La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 23-35, 2013. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5021>. Acesso em 24 set. 2024.

PERONI, Vera; CAETANO, Maria Raquel; LIMA, Paula de. Reformas educacionais de hoje: implicações para a democracia. **Revista Retratos da Escola**, v. 11, n. 21, p. 415-432, jul./dez. 2017.

PINHEIRO, Nicélia; SILVEIRA, Rosemari; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Revista Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

Projeto “A carta do Sol”. Relatório técnico. **Subsídios para o planejamento da promoção da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Rio de Janeiro, 19 de agosto de 2011.

RAMOS, Tiago Clarimundo; FERNANDES-SOBRINHO, Marcos As fontes de energia e algumas inter-relações CTS concebidas por licenciandos da área de ciências naturais. **Caderno Brasileiro de Física**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 746-765, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p746>. Acesso em: 14 fev. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação do Rio Grande do Sul. **Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio – 2011-2014**. Porto Alegre: SEDUC-RS, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação do Rio Grande do Sul. **Referencial Curricular Gaúcho: Ensino Médio**. Porto Alegre: SEDUC-RS, 2021.

ROSA, Luciane Oliveira da; FERREIRA, Valéria Silva. A rede do movimento pela base e sua influência na base nacional comum curricular brasileira. **Teoria e Prática da Educação**, v. 21, n. 2, p. 115-130, maio/ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/tpe.v21i2.45391>. Acesso em: 26 abr. 2023.

ROSA, Suiane Ewerling; STRIEDER, Roseline Beatriz. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: verbalizações necessárias para potencializar a constituição de uma cultura de participação. **Linhas Críticas**, v. 25, p. 124-149, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/19701>. Acesso em: 21 abr. 2023.

ROSKOSZ, Karine Ariele. **Ensino sobre agrotóxicos e alimentos transgênicos na abordagem CTS com base em modelos modificados de Lakatos**. 2020. Dissertação. 163 f. (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/23789>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SACRISTÁN, Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SACRISTÁN, Gimeno. O que significa o currículo? *In*: SACRISTÁN, Gimeno (Org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013, p. 16-35.

SACRISTÁN, Gimeno. O currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise prática? *In*: SACRISTÁN, Gimeno; GÓMEZ, Pérez. **Compreender e transformar o ensino**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 1998, p. 271-293.

SANT'ANNA, Vanya Mundin. **Ciência e Sociedade no Brasil**. São Paulo: Símbolo, 1978.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. 7. ed. Porto: Edições Afrontamento, 1995.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp., nov. 2007. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/contextualizacao-no-ensino-de-ciencias-por-meio-de-temas-cts-em-uma-perspectiva-critica/4786995/>. Acesso em 14 fev 2022.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira; AULER, Décio. (Orgs.). **CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas**. Brasília: Editora UnB, 2011, p. 21-48.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio** (Belo Horizonte), v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SELWYN, Neil. **Distrusting educational technology**. Londres: Routledge, 2014.

SHIROMA, Eneida Oto; MORAES, Maria Célia M.; EVANGELISTA, Olinda. **Política Educacional**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

SILVA, Ricardo Moreira. **Um Modelo para Análise da Sustentabilidade de Fontes Elétricas**. Tese. Doutorado em Administração, da Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, Programa de Pós-graduação em Administração - PROPAD, Recife, 2011.

SILVA, Roberto Rafael Dias da. Políticas curriculares para o Ensino Médio no sul do Brasil: possibilidades analíticas em torno do conhecimento escolar. **Pro-Posições**, Campinas, SP, v. 29, n. 3, p. 517–544, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8656438>. Acesso em: 13 jan. 2023.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade; uma introdução às teorias do currículo**. Tomaz Tadeu da Silva. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2016.

SOFFIATI, Arthur. Fundamentos Filosóficos e Históricos para o Exercício da Ecocidadania e da Ecoeducação. *In: Educação Ambiental, repensando o espaço da cidadania*. LOUREIRO, Carlos Frederico; LAYRARGUES, Philippe Pomier; CASTRO, Ronaldo Souza de. *et al.* (Orgs.). São Paulo: Cortez, 2002. p. 23-67.

SOUZA, Dayse Pereira Barbosa; LEMGRUBER, Márcio Silveira. O papel das tecnologias na BNCC e nos itinerários formativos. *In: congresso internacional de educação e tecnologias; encontro de pesquisadores em educação a distância, 2020, São Carlos. Anais [...]*. São Carlos: CIET:EnPED, 2020. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1226>. Acesso em: 15 fev. 2024.

VIEIRA, Jarbas Santos. Currículo (rastros, histórias, blasfêmias, dissoluções, deslizamentos, pistas). **Debates em Educação**, Maceió, v. 1, n. 2, jul./dez. 2009, p. 1-16. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/53/62>. Acesso em: 01 de jul. 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Quadro com as competências específicas das CNT, articuladas às habilidades da BNCC-EM e do RCG-EM.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1	
<p>Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</p>	
Habilidades da BNCC	Habilidades acrescentadas no RCG-EM
<p>(EM13CNT101): Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar e representar reações químicas e eventos físicos por meio das três linguagens científicas (natural, gráfica e matemática), para compreender o seu papel e importância nos locais onde ocorrem, podendo referir-se à preservação dos ecossistemas, processos industriais, agricultura e desenvolvimento dos seres vivos; - Utilizar as transformações químicas, biológicas e físicas como correlação do saber científico de maneira prática, resultando na resolução de problemas do cotidiano a fim de avaliar e prever os efeitos das transformações físicas, químicas e biológicas sofridas pelos materiais na natureza ou na indústria, promovendo debates sobre os impactos desses processos no meio ambiente; - Elaborar hipóteses, explicações e previsões sobre processos de purificação e de separação dos componentes dos sistemas materiais, propondo soluções para problemas ambientais ou outras demandas do cotidiano, associando conceitos químicos, físicos e biológicos; - Elaborar explicações, previsões e cálculos associados aos equilíbrios químicos, à variação ou à conservação de matéria e energia nas transformações químicas, bem como sua rapidez e os fatores que podem influenciá-las, empregando as unidades de medida adequadas, para propor ações que otimizem o uso de recursos naturais e a preservação da saúde humana e da vida em geral; - Estabelecer relação entre cálculo estequiométrico envolvendo pureza e rendimento com os processos químicos, como por exemplo a mineração, por meio de pesquisa e avaliação de dados sobre a composição química de rejeitos, analisando e discutindo possíveis soluções para redução e reaproveitamento desses resíduos.
<p>(EM13CNT102): Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a capacidade de investigação científica, compreendendo a construção da ciência baseada nela mesma, a fim de conhecer e utilizar conceitos físicos e químicos. - Compreender e utilizar leis e teorias físicas e químicas, articulando conhecimentos físicos e químicos com outras áreas do saber científico, com base na História das Ciências; - Discutir a relação entre a composição dos alimentos, valor energético e a obesidade, a fim

	de compreender a relação entre alimentação e sustentabilidade.
(EM13CNT103): Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar os benefícios e os riscos da aplicabilidade da radioatividade, entendendo-a como fenômeno, a fim de discutir que os conhecimentos científicos devem ser aplicados para o bem-estar coletivo diante das consequências da exposição à radiação no corpo humano, vegetais, água, solo e animais, considerando sempre os princípios da bioética.
(EM13CNT104): Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na tabela nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura, entre outros contextos, a fim de promover debates sobre o cuidado consigo, com o outro e com a natureza; - Avaliar e prever os efeitos do uso de íons de metais pesados na composição de dispositivos eletroquímicos no solo e na água, propondo ações para o descarte correto desses resíduos; - Avaliar as vantagens e desvantagens das técnicas ligadas à biotecnologia na agricultura e no meio ambiente.
(EM13CNT105): Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o ciclo de manutenção e reintegração de substâncias naturais essenciais à manutenção de recursos indispensáveis à vida; - Ter ciência das consequências da intervenção humana na alteração dos ecossistemas e da influência disso nos ciclos biogeoquímicos, dando ênfase às questões locais; - Compreender as relações existentes entre os seres vivos e suas interações ecológicas.
(EM13CNT106): Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar, compreender e explicar questões socioculturais e ambientais relacionadas à produção de biodiesel e centrais hidrelétricas e seus impactos, ecologia, sustentabilidade, petróleo, analisando e diferenciando energias alternativas e limpas e sua viabilidade.
(EM13CNT107): Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer grandezas físicas bem como suas unidades e conversões, envolvidas com o funcionamento de aparelhos eletroeletrônicos domésticos, bem como avaliar a sua eficiência e consumo de energia; - Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2	
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	
Habilidades da BNCC	Habilidades acrescentadas no RCG-EM

<p>(EM13CNT201): Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p>	<p>- Conhecer a história e evolução dos modelos geocêntrico e heliocêntrico, a fim de discutir as teorias da origem e evolução da vida na Terra, caracterizá-las e possibilitar a investigação sobre as comprovações científicas atuais, revisando as concepções alternativas da comunidade aproximando-as da realidade científica, desmistificando teorias improváveis como, por exemplo, o ometerraplanismo.</p>
<p>(EM13CNT202): Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	<p>- Entender o quanto é frágil o equilíbrio que permite a perpetuação da vida, em suas diferentes formas e nos diferentes ecossistemas do planeta Terra, atentando à necessidade de criar e manter áreas de preservação.</p>
<p>(EM13CNT203): Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	<p>- Buscar alternativas para amenizar problemas ambientais locais, tais como biorremediação, aplicando conhecimentos de diferentes componentes de Ciências da Natureza como a troca de calor, as reações químicas e desequilíbrio ambiental gerados por esses problemas.</p>
<p>(EM13CNT204): Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	<p>- Investigar relação entre forças e movimentos, a partir de situações práticas do cotidiano; - Sistematizar ideias gerais sobre o universo, buscando desenvolver sua capacidade investigativa.</p>
<p>(EM13CNT205): Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p>	<p>- Desenvolver habilidades como identificar variáveis relevantes e regularidades; saber estabelecer relações; reconhecer o papel dos modelos explicativos na ciência, saber interpretá-los e propô-los; e articular o conhecimento científico com outras áreas do saber.</p>
<p>(EM13CNT206): Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p>	<p>- Ter ciência da importância da preservação da vida no planeta, em toda sua diversidade e complexidade, a fim de preservar a sobrevivência de todas as espécies, entre elas a espécie humana.</p>
<p>(EM13CNT207): Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.</p>	<p>- Propor ações coletivas com o intuito de informar e instruir o estudante, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo quanto: IST's, vícios, drogas, diversidade e sexualidade, vinculados aos estudos de bioquímica, sistema nervoso, sistema reprodutor, sistema digestório, compostos orgânicos.</p>
<p>(EM13CNT208): Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.</p>	<p>- Conhecer a história da evolução humana no planeta, sua diversidade e relação com o meio; - Compreender que a população humana no planeta é composta por uma variedade de etnias e que cada uma delas tem sua cultura própria respeitando assim a diversidade em sua ampla constituição;</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Ter ciência de que a ocupação de áreas indevidas, pelo ser humano, altera os ecossistemas levando ao risco da extinção de algumas espécies e/ou pondo em risco a vida de muitos indivíduos.
<p>(EM13CNT209): Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender como são constituídas as substâncias e bem como as misturas e os sistemas materiais, reconhecendo a relação entre as partículas que constituem os materiais e a diversidade de tipos de átomos (elementos químicos); - Perceber que a diferente combinação de átomos dá origem a substâncias simples e compostas e que a maior parte dos materiais são constituídas de misturas homogêneas e sistemas heterogêneos; - Entender que a(s) substância(s) que se encontra(m) em menor quantidade é(são) o(s) soluto(s), e que o solvente é aquele que o(s) dissolve(m).
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3	
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	
Habilidades da BNCC	Habilidades acrescentadas no RCG-EM
<p>(EM13CNT301): Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o conhecimento científico a fim de elaborar explicações sobre fenômenos cotidianos e justificar decisões tomadas com base no método científico e nas ciências, com ética e responsabilidade.; - Elaborar previsões e explicações sobre o comportamento e propriedades da matéria na natureza, com base na tabela periódica e nos modelos de ligações químicas para propor soluções de situações-problema vinculadas à interação das substâncias no/com o mundo físico e natural, tais como a contaminação da água e do solo.
<p>(EM13CNT302): Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar e interpretar textos científicos, buscando informações em fontes confiáveis, a fim de argumentar e posicionar-se criticamente, de forma coerente, ética e responsável, comunicando-se e expressando-se por meio da linguagem científica (química, física e biologia); - Construir e interpretar tabelas, gráficos e expressões matemáticas para expressar os diferentes movimentos da Física, assim como compreender a importância dessas ferramentas para a compreensão de fenômenos e dados nas diferentes áreas do conhecimento.
<p>(EM13CNT303): Interpretar textos de divulgação científica que tratam de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver habilidade de ler e interpretar gráficos, tabelas, esquemas, códigos, sistemas de classificação, símbolos, fórmulas e termos químicos, físico e biológicos, elaborando textos e utilizando diferentes tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC); - Empregar conhecimentos de conceitos físicos, químicos e biológicos para interpretar

estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.	informações divulgadas em diferentes mídias, sendo capaz de reconhecer a fonte dessa informação e a sua veracidade.
(EM13CNT304): Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.	- Conhecer a importância da utilização de conhecimentos científicos para o desenvolvimento da ciência considerando a ética e as consequências do uso indevido desses saberes, em todas as ações humanas.
(EM13CNT305): Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.	- Desenvolver uma postura crítica e ética em relação a utilização de conhecimentos científicos na vida em sociedade.
(EM13CNT306): Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.	- Analisar e investigar o comportamento das diferentes substâncias orgânicas e inorgânicas, com base nos modelos de ligações químicas, uma vez que estão presentes no cotidiano e compreender que seu manuseio e aplicabilidade mesmo em contextos domésticos requer cuidado e responsabilidade.
(EM13CNT307): Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.	- Avaliar os benefícios do uso dos metais para os mais diversos fins, associando seu emprego com suas propriedades físicas e químicas e identificando as diferentes formas de ocorrência dos metais na natureza, bem como os processos de obtenção de metais elementares, a fim de propor ações que minimizem os impactos ambientais da extração de minérios; - Analisar e discutir como a estrutura atômica da matéria interfere nas propriedades macroscópicas observadas nos diferentes tipos de materiais, por meio da interpretação de modelos explicativos e de textos científicos a fim de promover debates acerca da importância de escolher o material adequadamente para cada fim, de acordo com sua dureza, durabilidade, maleabilidade, entre outras propriedades, quando para fins médicos (próteses), de sustentação (na construção civil) ou na agricultura (adubação), por exemplo; - Analisar e discutir as propriedades dos diferentes materiais naturais ou artificiais para identificar os diferentes contextos e demandas nos quais são aplicados, promovendo debates sobre sustentabilidade.
(EM13CNT308): Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.	- Entender, através de transformações que envolvam consumo de energia, o princípio básico de funcionamento de uma eletrólise, exemplificar a partir de processos de obtenção do alumínio (ou outros) e conhecer os impactos ambientais gerados por esse processo;

	<ul style="list-style-type: none"> - Discutir o processo de evolução das tecnologias desde as primeiras máquinas elétricas até os sistemas de automação e inteligência artificial; - Analisar a dependência da sociedade moderna da eletricidade e posicionar-se criticamente quanto a necessidade do uso racional da energia.
<p>(EM13CNT309): Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer as consequências da utilização indiscriminada dos recursos naturais não renováveis pelo homem, propor possíveis soluções para produção de energia limpa e para redução dos impactos ambientais; - Discutir a questão do uso de combustíveis fósseis, bem como a extração do petróleo, todo o processo de refino, obtenção de derivados e suas implicações ambientais, políticas e financeiras, a fim de traçar possibilidades mais sustentáveis e renováveis; - Caracterizar e desenvolver a noção do conceito de economia/produção ecológica, percebendo o homem como parte da natureza, facilitando ações de precaução e prevenção de danos ambientais.
<p>(EM13CNT310): Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer o papel do conhecimento químico, físico e biológico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas de produção agrícola e industrial, bem como fabricação de alimentos, vacinas e medicamentos, considerando os fundamentos da biossegurança.

Fonte: Excerto do RCG-EM 2021 (2024).

APÊNDICE B: Excertos dos documentos legais e respectivas ideias para elaboração das unidades de significado.

DCNEM 2018	
Excertos	Principais ideias (nº da categoria correspondente)
<p>“art. 5º O ensino médio em todas as suas modalidades de ensino e as suas formas de organização e oferta, além dos princípios gerais estabelecidos para a educação nacional no art. 206 da Constituição Federal e no art. 3º da LDB, será orientado pelos seguintes princípios específicos: [...]VI - sustentabilidade ambiental; [...]” (DCNp. 2).</p>	Formação para a Sustentabilidade ambiental. (1)
<p>“art. 6º Para fins de obtenção de maior clareza de exposição, ficam definidos os seguintes termos utilizados na presente Resolução: [...] II - formação geral básica: conjunto de competências e habilidades das áreas de conhecimento previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que aprofundam e consolidam as aprendizagens essenciais do ensino fundamental, a compreensão de problemas complexos e a reflexão sobre soluções para eles; [...] VI - competências: mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (DCNp. 2).</p>	Formação para o desenvolvimento da criticidade e cidadania para o mundo do trabalho. (2)
<p>“§ 3º As aprendizagens essenciais são as que desenvolvem competências e habilidades entendidas como conhecimentos em ação, com significado para a vida, expressas em práticas cognitivas, profissionais e socioemocionais, atitudes e valores continuamente mobilizados, articulados e integrados, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do exercício da cidadania e da atuação no mundo do trabalho” (DCNp. 4).</p>	Formação para o desenvolvimento da criticidade, da cidadania para o mundo do trabalho. (2)

Fonte: excertos da DCNEM 2018 (2024).

BNCC-EM	
Excertos	Principais ideias
<p>“Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas” (BNCCp. 463)</p>	Formação crítica e autônoma dos estudantes. (2)
<p>“Para atender às necessidades de formação geral, indispensáveis ao exercício da cidadania e à inserção no mundo do trabalho, e responder à diversidade de expectativas dos jovens quanto à sua formação, a escola que acolhe as juventudes tem de estar comprometida com a educação integral dos estudantes e com a construção de seu projeto de vida” (BNCCp. 464).</p>	Formação para a cidadania e mundo do trabalho. (2)
<p>“[...] Essas experiências, como apontado, favorecem a preparação básica para o trabalho e a cidadania, o que não significa a profissionalização precoce ou precária dos jovens ou o atendimento das necessidades imediatas do mercado de trabalho. Ao contrário, supõe o desenvolvimento de competências que possibilitem aos estudantes inserir-se de forma ativa, crítica, criativa e responsável em um mundo do trabalho cada vez mais complexo [...]” (BNCCp. 465).</p>	Formação para o mundo do trabalho. (2)

<p>“Para tanto, a escola que acolhe as juventudes precisa se estruturar de maneira a: garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura; viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos de produção do mundo contemporâneo, relacionando teoria e prática – ou o conhecimento teórico à resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural; [...] proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros) [...]” (BNCCp. 466).</p>	<p>Articulação de conhecimento científico, tecnológico, cultural com a formação para o trabalho e empreendedorismo. (2)</p>
<p>“Nessa mesma direção, é também finalidade do Ensino Médio o aprimoramento do educando como pessoa humana, considerando sua formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Tendo em vista a construção de uma sociedade mais justa, ética, democrática, inclusiva, sustentável e solidária, a escola que acolhe as juventudes deve ser um espaço que permita aos estudantes: [...]construir projetos pessoais e coletivos baseados na liberdade, na justiça social, na solidariedade, na cooperação e na sustentabilidade” (BNCCp. 466).</p>	<p>Formação para a cidadania. (2)</p>
<p>“No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias [...]. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem [...]. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais” (BNCCp. 471-472).</p>	<p>Formação crítica e autônoma para resolução de problemas. (2)</p>
<p>“Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos [...]. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo” (BNCCp. 547).</p>	<p>Conhecimento científico e tecnológico para a interpretação do mundo e resolução de problemas individuais e coletivos. (2)</p>
<p>“A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BNCCp. 549).</p>	<p>Formação em CTSA para análise e reflexão de relações socioambientais e científico-tecnológicas. (2)</p>
<p>“Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras” (BNCCp. 549).</p>	<p>Formação para a tomada de decisões. (2)</p>
<p>“Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura” (BNCCp. 550).</p>	<p>Formação em CTSA para análise e reflexão de relações socioambientais e científico-tecnológicas. (2)</p>

<p>“A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. [...]. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente” (BNCCp. 551).</p>	<p>Desenvolvimento da reflexão e criticidade por meio da abordagem investigativa. (2)</p>
<p>“Pretende-se, também, que os estudantes aprendam a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, para diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e implementar propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis” (BNCCp. 552).</p>	<p>Domínio das redes e mídias digitais na divulgação de aprendizagens adquiridas. (2)</p>
<p>Competências Gerais da Educação Básica</p>	
<p>1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BNCCp. 9).</p>	<p>Formação para a cidadania. (2)</p>
<p>2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BNCCp. 9).</p>	<p>Desenvolvimento da reflexão e criticidade por meio do conhecimento científico. (2)</p>
<p>6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade (BNCCp. 9).</p>	<p>Formação para a cidadania e mundo do trabalho. (2)</p>
<p>7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BNCCp. 9).</p>	<p>Formação crítica em relação a questões socioambientais e ações individuais/coletivas em prol do ambiente. (2)</p>
<p>Competências específicas das CNT</p>	
<p>“1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global” (BNCCp. 553).</p>	<p>Propor ações individuais e coletivas para solução de problemas. (2)</p>
<p>“2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (BNCCp. 553).</p>	<p>Desenvolvimento do pensamento e posicionamento crítico por meio da aquisição de conhecimentos. (2)</p>
<p>“3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados,</p>	<p>Propor ações para solução de problemas; Desenvolvimento do pensamento e posicionamento crítico</p>

<p>em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (BNCCp. 553).</p> <p>(EM13CNT101): “[...] realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas” (BNCCp. 555).</p> <p>(EM13CNT102): “Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos” (BNCCp. 555).</p> <p>(EM13CNT103): “Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica” (BNCCp. 555).</p> <p>(EM13CNT104): “Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis” (BNCCp. 555).</p> <p>(EM13CNT105): “Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida” (BNCCp. 555).</p> <p>(EM13CNT106): “[...] considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais” (BNCCp. 555).</p> <p>(EM13CNT206): “Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta” (BNCCp. 557).</p> <p>(EM13CNT301): “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica” (BNCCp. 559).</p>	<p>por meio da aquisição de conhecimentos; Domínio das redes e mídias digitais na divulgação de aprendizagens adquiridas. (2)</p> <p>Aplicação de conhecimentos para a sustentabilidade. (1)</p> <p>Aplicação de conhecimentos para a sustentabilidade. (1)</p> <p>Aplicação de conhecimentos para aplicações assertivas na saúde, ambiente, economia. (2)</p> <p>Desenvolvimento crítico e proposição de soluções de problemas de saúde e ao ambiente, por meio da aquisição do conhecimento científico. (1)</p> <p>Desenvolvimento crítico e proposição de soluções de problemas de saúde e ao ambiente, por meio da aquisição do conhecimento científico. (2)</p> <p>Aquisição de conhecimentos para a sustentabilidade. (1)</p> <p>Aquisição de conhecimentos para a sustentabilidade. (1)</p> <p>Desenvolvimento do pensamento crítico e científico por meio de situações-problema. (2)</p>
--	--

<p>(EM13CNT302): “Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental” (BNCCp. 559).</p>	<p>Domínio das redes e mídias digitais na divulgação de aprendizagens adquiridas. (2)</p>
<p>(EM13CNT304): “Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista” (BNCCp. 559).</p>	<p>Desenvolvimento do pensamento crítico e científico por meio de situações controversas. (2)</p>
<p>(EM13CNT305): “Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade” (BNCCp. 559).</p>	<p>Reflexão crítica e ética em relação ao desenvolvimento científico e seus impactos sociais. (2)</p>
<p>(EM13CNT306): “Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental [...]” (BNCCp. 559).</p>	<p>Aplicação de conhecimentos para tomada de decisões que visem o bem-estar individual/coletivo. (2)</p>
<p>(EM13CNT307): “Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano” (BNCCp. 559).</p>	<p>Aplicação de conhecimentos para a sustentabilidade. (1)</p>
<p>(EM13CNT309): “Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais” (BNCCp. 560).</p>	<p>Aplicação de conhecimentos para reflexão sobre alternativas energéticas. (1)</p>
<p>(EM13CNT310): “Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população” (BNCCp. 560).</p>	<p>Aplicação de conhecimentos para avaliar/promover ações que visem à saúde e à qualidade de vida. (2)</p>

Fonte: excertos da BNCC-EM 2018 (2024).

RCG-EM	
Excertos	Principais ideias
<p>“Como já visto, a Ciência é uma construção humana que vem ocorrendo em diferentes contextos sociais, históricos e culturais. Os estudos da área proporcionam ao estudante essa percepção, ao passo que desenvolvem também a curiosidade, a análise crítica e reflexiva, a argumentação, a ética e a responsabilidade consigo mesmo, com os outros e com a Natureza” (RCGp. 95).</p>	<p>Desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva por meio do conhecimento científico. (2)</p>
<p>“A Química é um componente curricular que, juntamente com a Física e a Biologia, permite a compreensão do mundo material, em seus aspectos</p>	<p>Formação em CTSA para análise e reflexão</p>

<p>macroscópicos e microscópicos, por meio do estudo das propriedades dos materiais e das substâncias de forma interligada com os fenômenos naturais e processos artificiais. [...] A partir disso, é possível estabelecer conexões com os temas contemporâneos, tais como saúde, ética, pluralidade cultural e tecnologias, abordando a perspectiva CTSA, bem como com temáticas que sejam relevantes à realidade na qual o estudante e a escola estejam inseridos, por exemplo, no meio ambiente, na agricultura, nos medicamentos, na alimentação, nos cosméticos, entre outras” (RCGp. 99).</p>	<p>de relações socioambientais e científico-tecnológicas. (2)</p>
<p>“O conhecimento químico provoca o estudante para que compreenda as transformações químicas que acontecem no seu cotidiano de forma mais abrangente e integrada e com isso consiga tomar decisões autonomamente, como indivíduo e cidadão. Esse conhecimento oportuniza não somente a compreensão de transformações químicas cotidianas em si, mas a elaboração de conhecimentos científicos em estreita relação com os avanços tecnológicos e suas associações ambientais, sociais, éticas, culturais, políticas e econômicas” (RCGp. 99-100).</p>	<p>Conhecimento científico para a formação cidadã. (2)</p>
<p>“É possível também abordar objetos do conhecimento a partir de temas contextualizados relacionados ao meio ambiente (efeitos poluentes que certas substâncias causam no ar, na água e no solo), os combustíveis fósseis, a conservação dos alimentos, a chuva ácida, o efeito estufa, o tratamento de água e esgoto, o descarte de resíduos sólidos, entre outros. [...]. Assim, por meio de temas como este, discute-se a responsabilidade do homem e da sociedade frente às agressões ambientais, partindo da compreensão dos ciclos biogeoquímicos dos elementos, demandando conhecimentos da química e dos demais componentes curriculares da área” (RCGp. 101).</p>	<p>Desenvolvimento da criticidade e da proposição de soluções para problemas ambientais, a partir do conhecimento químico. (1)</p>
<p>“Diante disso, pretende-se que o estudante tenha uma compreensão dos processos químicos em estreita relação com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, tomando decisões de maneira responsável e crítica, nos níveis individual e coletivo” (RCGp. 102).</p>	<p>Conhecimento químico para tomada de decisões assertivas individual/coletiva. (2)</p>
<p>“As metodologias de ensino e de aprendizagem devem permitir que os estudantes colaborem dinamicamente com as aulas, por meio de atividades que os desafiem a pensar, a analisar situações-problema usando conhecimentos químicos, a propor explicações, soluções e a criticar decisões construtivamente” (RCGp. 102).</p>	<p>Desenvolvimento da reflexão e da criticidade por meio de situações-problema. (2)</p>
<p>Habilidades acrescentadas na RCG-EM (EM13CNT101)</p>	
<p>“Utilizar as transformações químicas, biológicas e físicas como correlação do saber científico de maneira prática, resultando na resolução de problemas do cotidiano a fim de avaliar e prever os efeitos das transformações físicas, químicas e biológicas sofridas pelos materiais na natureza ou na indústria, promovendo debates sobre os impactos desses processos no meio ambiente” (RCGp. 104).</p>	<p>Aplicação do conhecimento químico para resolução de problemas. (1)</p>
<p>“Elaborar explicações, previsões e cálculos [...] para propor ações que otimizem o uso de recursos naturais e a preservação da saúde humana e da vida em geral” (RCGp. 104).</p>	<p>Conhecimento aplicado à saúde humana. (2)</p>
<p>(EM13CNT102)</p>	
<p>“Discutir a relação entre a composição dos alimentos, valor energético e a obesidade, a fim de compreender a relação entre alimentação e sustentabilidade” (RCGp. 105).</p>	<p>Aplicação de conhecimento para a saúde humana. (2)</p>
<p>(EM13CNT104)</p>	

"Avaliar e prever os efeitos do uso de íons de metais pesados na composição de dispositivos eletroquímicos no solo e na água, propondo ações para o descarte correto desses resíduos" (RCGp. 105).	Aplicação do conhecimento em prol do ambiente. (1)
--	--

Fonte: excertos do RCG-EM 2021 (2024).

APÊNDICE C: Excertos dos LD legais e respectivas ideias para elaboração das unidades de significado.

Livro 1: O conhecimento científico	
Capítulo 1: O conhecimento científico e as ciências da natureza	
Excertos	Principais ideias
<p>Dialogando com o texto: “Você já pensou sobre a importância (ou não) da Ciência em sua vida? [...] Forme um grupo para analisar e discutir cada um dos pontos de vista sobre o valor da Ciência para a humanidade e escrevam um texto a respeito, justificando suas ideias com argumentos e exemplos. Apresentem o texto aos demais grupos e ouçam os argumentos deles” (L1Cint1p. 14).</p>	<p>Reflexão sobre o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico para avanços/melhorias sociais. (2)</p>
<p>Dialogando com o texto: “Conhecer a trama da vida é fundamental para que possamos atuar, como cidadãos conscientes, na busca de soluções para a preservação dos ambientes naturais da Terra. [...] tente descobrir o que você pode fazer para ajudar na empreitada rumo à sustentabilidade ambiental. [...] procure identificar aspectos ou características da sustentabilidade relacionados às diferentes áreas das Ciências da Natureza: Física, Química, Biologia e também relativos às Ciências Humanas e Sociais” (L1Cint1p. 24).</p>	<p>Desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico para a sustentabilidade. (1)</p>
<p>Atividade em grupo 1: “As Ciências Naturais e a tecnologia provocam grandes impactos na vida das pessoas.” Será que essa afirmação é verdadeira? [...] seu grupo deverá tentar responder à pergunta introdutória, aproveitando para refletir sobre como seria nossa vida sem os avanços tecnológicos e avaliando os impactos positivos e negativos desse desenvolvimento [...]” (L1Cint1p. 14).</p>	<p>Reflexão sobre o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico para avanços/melhorias sociais. (2)</p>
<p>Atividade em grupo 2: “Forme um grupo com seus colegas de classe para localizar cientistas de sua cidade ou de um local próximo e conversar com eles. [...]. Na entrevista, informe-se sobre o objetivo das pesquisas realizadas pelo cientista e pergunte se ele acredita que seus estudos têm ou terão importância na vida das pessoas. [...] Esta atividade permite aproximar a Ciência e os cientistas de nossa vida cotidiana.” (L1Cint1p. 16).</p>	<p>Reflexão sobre o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico para avanços/melhorias sociais. (2)</p>
<p>Item 1: “Por exemplo, o Projeto Genoma Humano [...] teve como objetivo mapear o genoma humano, e descobrir a sequência das “letras” químicas do material genético que uma pessoa apresenta. E embora esse projeto tenha se tornado um dos símbolos da ciência contemporânea, não há uma relação direta e imediata entre a cura de doenças e a elucidação das sequências de bases nitrogenadas (as letras químicas) que compõem o genoma humano [...]. No entanto, o estudo do genoma de seres humanos, de outros animais, de plantas e de seres como bactérias e vírus já trouxe novos conhecimentos importantes; a expectativa é que esses conhecimentos terão importantes aplicações na melhoria da saúde e da qualidade de vida humana” (L1Cint1p. 14).</p>	<p>Desenvolvimento científico para melhoria da saúde humana. (2)</p>
<p>Item 5: “Atualmente, as tecnologias e a Ciência caminham geralmente associadas, o que vem trazendo inúmeros benefícios práticos à humanidade. Por exemplo, os conhecimentos científicos da Química Orgânica são empregados em tecnologias para a produção de medicamentos destinados ao tratamento de grande número de doenças” (L1Cint1p. 21).</p>	<p>Desenvolvimento científico para melhoria da saúde humana. (2)</p>
<p>Item 5: [...]. Desde o início do século XX, a atuação da Química foi fortemente influenciada por avanços da Física Moderna, originando novas frentes de pesquisa e aprimorando outras, como a pesquisa de</p>	<p>Desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico para</p>

<p>materiais de interesse da sociedade (ligas, cerâmicas, polímeros, nanomateriais etc.), o desenvolvimento de novos fármacos (substâncias com atuação medicamentosa) e de métodos para monitoramento dos ambientes, controle da poluição, garantia da qualidade de alimentos e reciclagem de materiais” (L1Cint1p. 23).</p> <p>Item 5: “A partir do século XIX a Biologia tornou-se um campo de pesquisa reconhecido e independente dentro das Ciências Naturais, passando a empregar os mesmos procedimentos que caracterizam a Ciência moderna. [...] No século XXI a Biologia vem ocupando papel de destaque na busca de soluções para grandes desafios da humanidade. O principal deles é, sem dúvida, a sustentabilidade ambiental, ou seja, a capacidade de manter a harmonia entre a nossa espécie, os outros seres vivos e os recursos do planeta, de modo a garantir a sobrevivência e o bem-estar das gerações futuras” (L1Cint1p. 23).</p>	<p>avanços/melhorias sociais. (2)</p> <p>Desenvolvimento científico para sustentabilidade. (1)</p>
--	--

Fonte: excertos do livro 1 – O conhecimento científico (2024).

Livro 2: Água e vida	
Capítulo 2: Compostos inorgânicos	
Excertos	Principais ideias
<p>Aplicando conhecimentos: “Questão 11: A salinização do solo é uma grande ameaça aos sistemas de produção agrícola e à segurança alimentar em muitos países [...]. Irrigar lavouras intensamente pode conduzir ao grande acúmulo de sais no solo (salinização), sobretudo em locais onde chove pouco, tornando-o infértil. a) Pesquise o que é segurança alimentar e explique por que ela pode ser ameaçada se o solo ficar infértil. b) Por que a irrigação intensa pode provocar salinização do solo? c) Em regiões com chuvas regulares, a salinização não ocorre. Proponha uma explicação para isso, argumentando com base no ciclo da água [...]” (L2Cqui2p. 83).</p>	<p>Problemas ambientais: salinização do solo/insegurança alimentar. (1)</p>
<p>Aplicando conhecimentos: Questão 12: “Fertilizantes químicos fornecem às plantas os elementos químicos indispensáveis ao crescimento, à floração e à frutificação [...]. A aplicação de fertilizantes químicos deve ser feita sob orientação de um agrônomo, que, avaliando o solo local e o tipo de lavoura, determina a composição do fertilizante e a dosagem a utilizar. a) A aplicação de quantidades elevadas de fertilizante pode tornar o solo infértil. Por quê? [...] d) Na chamada agricultura orgânica, fertilizantes químicos são substituídos por outra fonte de sais minerais. Investigue e relate que fonte é essa, argumentando por que ela pode impedir o problema referido no item (a)” (L2Cqui2p. 83).</p>	<p>Problemas ambientais: fertilizantes como causador de solo infértil. (1)</p>
<p>Aplicando conhecimentos: Informações para as atividades 18 e 19: Óxidos de nitrogênio: Óxidos de nitrogênio considerados poluentes do ar consistem de NO e NO₂, coletivamente denotados por NO_x. Eles podem ter efeitos tóxicos diretos sobre seres humanos e plantas e, quando oxidados na atmosfera a ácido nítrico, HNO₃, podem contribuir para a formação de chuva ácida. Dióxido de enxofre: O dióxido de enxofre, SO₂, é liberado na atmosfera pela queima de combustíveis que contenham enxofre. Ele pode agravar condições asmáticas em seres humanos e pode ser tóxico a plantas. É oxidado na atmosfera a H₂SO₄, o principal fator que contribui para a chuva ácida” (L2Cqui2p. 85).</p>	<p>Problemas ambientais: chuva ácida. (1)</p>
<p>Atividade em grupo 2: Fazer divulgação científica é mostrar ao público não especializado aspectos das Ciências da Natureza e sua relevância [...]. Cada equipe receberá do professor o nome de algumas substâncias inorgânicas para investigar suas características, importância, produção, aplicabilidade, presença (ou não) no cotidiano, toxicidade e impacto ambiental, bem como recursos digitais (tais como vídeos, simuladores e</p>	<p>Divulgação científica a partir de conhecimentos construídos. (2)</p>

<p>animações) que auxiliem na exposição [...]. Postem o material produzido em redes sociais para que seja, efetivamente, uma divulgação científica.” (L2Cqui2p. 85).</p> <p>Atividades finais: Questão 5 (ENEM): Cientistas da Austrália descobriram um meio de produzir roupas que se limpam sozinhas. A equipe de pesquisadores usou nanocristais de dióxido de titânio (TiO₂) que, sob ação da luz solar, são capazes de decompor as partículas de sujeira na superfície de um tecido. O estudo apresentou bons resultados com fibras de algodão e seda. [...]. A partir dos resultados obtidos pelos pesquisadores em relação ao uso de nanocristais de dióxido de titânio na produção de tecidos e considerando uma possível utilização dessa substância no combate às infecções hospitalares, pode-se associar que os nanocristais de dióxido de titânio a) são pouco eficientes em ambientes fechados e escuros. b) possuem dimensões menores que as de seus átomos formadores. c) são pouco eficientes na remoção de partículas de sujeira de natureza orgânica. d) destroem microrganismos causadores de infecções, por meio de osmose celular. e) interagem fortemente com material orgânico devido à sua natureza apolar” (L2Cqui2p. 86).</p>	<p>Desenvolvimento tecnológico aplicado à saúde humana. (2)</p>
Capítulo 3: Concentrações das soluções	
Excertos	Principais ideias
<p>Atividade em grupo 1: “Em 2020, o mundo enfrentou uma pandemia de uma nova doença, denominada COVID 19, que provocou milhares de mortes no planeta. Diversas medidas de proteção individual foram recomendadas pelo Ministério da Saúde e incessantemente veiculadas na mídia, entre elas a lavagem correta das mãos com água e sabão [...]. Na época da pandemia, determinada indústria tinha grandes estoques de etanol 46 ° INPM e de etanol 92,8 ° INPM. A diretoria determinou que os químicos da empresa utilizassem esses estoques para produzir etanol 70° INPM para doação a hospitais. A fim de realizar o procedimento, os químicos tiveram de determinar em que proporção massa/massa os dois produtos estocados deveriam ser misturados. Discutam como essa determinação foi feita e apresentem o raciocínio em forma de uma aula em vídeo [...] (L2Cqui3p. 93).</p>	<p>Conhecimento científico para a saúde humana. (2)</p>
<p>Atividade em grupo 2: “Os metais pesados como o chumbo são tóxicos e muito prejudiciais à nossa saúde e ao meio ambiente. Investiguem quais são os mais preocupantes, as formas de contaminação e os problemas que causam no organismo humano e nos ecossistemas. [...] Usem os resultados para produzir um vídeo (sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro) que explique o problema à comunidade, que se posicione criticamente em relação às diversas aplicações desses metais e proponha medidas individuais e coletivas para o correto uso e descarte de materiais que sejam possíveis fontes de contaminação” (L2Cqui3p. 94).</p>	<p>Problema de saúde humana e ambiental, metais pesados. conhecimento científico para a reflexão. (1)</p>
<p>Dialogando com o texto: “Em muitas localidades litorâneas, esgotos são despejados no mar, gerando impactos ambientais. A diluição dos dejetos na água marinha nem sempre é suficiente para dispersá-los totalmente e acelerar sua biodegradação. A prática gera muitos problemas, entre eles a contaminação de praias, tornando as impróprias para banho” (L2Cqui3p. 95).</p>	<p>Problemas ambientais: saneamento ambiental. (1)</p>
<p>Aplicando conhecimentos: Questão 10: Você trabalha no departamento de controle de qualidade de uma empresa que comercializa camarões e recebeu um carregamento recém pescado no qual verificou, mediante análise laboratorial, que havia 0,7 mg de cádmio em cada 100 g de crustáceo. a) Determine a quantas partes por milhão (ppm) em massa esse valor corresponde. b) O cádmio é um metal extremamente tóxico. O limite permitido desse metal em crustáceos, por determinação da Agência</p>	<p>Conhecimento químico para tomada de decisão e o mercado de trabalho. (2)</p>

<p>Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), do Ministério da Saúde, é de 0,5 mg/kg, ou seja, 0,5 mg por quilograma de massa total. Determine a quantas ppm em massa isso corresponde. c) Você liberaria esse lote para comercialização? Argumente em favor de sua decisão” (L2Cqui3p. 96).</p> <p>Aplicando conhecimentos: Questão 12: “Uma análise química detectou a presença de 300 ppm em massa de estanho num lote de salsichas em lata. De acordo com a Resolução RDC no 42/2013 da Anvisa, é proibido comercializar alimentos contendo mais do que 250 mg/kg, isto é, 250 mg de estanho por quilograma do produto. Imagine que você seja o(a) analista responsável pelo laudo final que aprovará ou reprovará a venda desse lote. Qual é a sua decisão? Em que argumentos ela se fundamenta?” (L2Cqui3p. 96).</p>	<p>Conhecimento científico para o mundo do trabalho (atrelado a um problema ambiental). (2)</p>
--	---

Fonte: excertos do livro 2 – Água e vida (2024).

Livro 3: Matéria e energia	
Capítulo 4: Cinética química	
Excertos	Principais ideias
<p>Em destaque: “Envelhecimento ativo com dignidade: O envelhecimento relaciona-se a diversos processos metabólicos que envolvem reações químicas sujeitas aos princípios da cinética química. [...] Pesquisem quais são os problemas mais graves enfrentados por idosos no Brasil, especialmente na sua região, e quais são os direitos a eles assegurados pela legislação. [...]. Elaborem um vídeo de divulgação para a sociedade fazendo a contraposição entre os direitos e os problemas e propondo, com fundamentação em argumentos adequados, o que a sociedade e os governantes devem fazer para garantir envelhecimento ativo e com dignidade a todos os brasileiros” (L3Cqui4p. 122).</p>	<p>Formação para avaliação, aplicação e promoção de ações assertivas na saúde. (2)</p>
<p>Atividade em grupo: “A deterioração dos alimentos é inevitável. As diversas técnicas de conservação apenas retardam esse acontecimento. A data de validade, obrigatória nas embalagens de alimentos, mostra até quando é seguro ingerir um alimento, desde que corretamente armazenado e com a embalagem intacta. Além da data de validade e da embalagem em perfeito estado, os consumidores têm uma série de direitos assegurados pela legislação. Investiguem quais são esses direitos e elaborem um vídeo que os divulgue para a comunidade, incluindo nele argumentos para que todo cidadão seja um consumidor atento e consciente” (L3Cqui4p. 129).</p>	<p>Formação para avaliação, aplicação e promoção de ações assertivas na saúde. (2)</p>
<p>Item 7: “Na baixa atmosfera, o ozônio é um poluente formado a partir de algumas substâncias liberadas por veículos com motor de combustão interna. É um dos responsáveis pelo ardor que sentimos nos olhos ao andar por locais com intenso fluxo de veículos. A exposição prolongada a ele pode reduzir a capacidade pulmonar e agravar doenças respiratórias como asma e bronquite” (L3Cqui4p. 126).</p>	<p>Problemas de saúde humana causada por ozônio. (2)</p>
<p>Item 7: “As substâncias conhecidas como CFCs, ou clorofluorocarbonetos, têm efeito destrutivo sobre a camada de ozônio. [...] não têm cor nem cheiro e foram muito usados em embalagens de sprays de aerossol [...]. Na atmosfera, permanecem por décadas sem se decompor. [...]” (L3Cqui4p. 126).</p>	<p>Problema ambiental: camada de ozônio. (1)</p>
<p>Item 7: O Protocolo de Montreal é um acordo internacional para a eliminação de CFCs, assinado originalmente em 1987 e alterado em outras ocasiões posteriores, que firmou o comprometimento de diversos países para eliminar progressivamente o uso desses compostos em aerossóis e em outras aplicações. Em 2016, o acordo contava com a assinatura da União Europeia e 197 países. O protocolo também estabelece a eliminação progressiva de outras substâncias prejudiciais à</p>	<p>Políticas públicas para atenuar problemas ambientais (camada de ozônio). (1)</p>

<p>camada de ozônio, como os HCFCs (substâncias compostas de hidrogênio, carbono, flúor e cloro). Mesmo após sua eliminação, os CFCs que já estão na atmosfera continuarão atuando sobre a camada de ozônio por um bom período de tempo. Alguns pesquisadores falam em anos; outros, em décadas” (L3Cqui4p. 126).</p> <p>Item 8: “Muitas pessoas acham que os materiais radioativos são necessariamente perigosos. De fato, alguns deles são usados em armamentos, as armas nucleares, e muitos são perigosíssimos à saúde se manipulados indevidamente ou caso se espalhem no ambiente. No entanto, há materiais radioativos com utilidades pacíficas e benéficas. Alguns são usados em pesquisas científicas, outros nas indústrias e outros, ainda, para diagnosticar doenças [...]” (L3Cqui4p. 129).</p>	<p>Tema controverso: radioatividade (aspectos negativos versus positivos na sociedade). (2)</p>
Capítulo 5: Energia hoje e amanhã	
Excertos	Principais ideias
<p>Item 1: “Com as evidências científicas sobre diversas consequências da atividade humana no planeta, como a intensificação do aquecimento global, já existe a necessidade de ampliarmos a produção de energia a partir de outras fontes [...]. O papel que cada uma delas desempenhará ao suprir nossas necessidades depende de diversos fatores, incluindo a tecnologia disponível, seu custo e os problemas ambientais decorrentes do seu uso” (L3Cint5p. 132).</p> <p>Item 3: Cada vez que você acende uma lâmpada ou aciona o motor de um automóvel, é como se estivesse usando a energia do Sol [...]. Mas será que toda essa energia está sendo utilizada racionalmente? Em 2017, de acordo com o Balanço Energético Nacional 2018, a oferta interna anual per capita de energia elétrica no Brasil foi de 2.995 kWh. É uma quantidade de energia relativamente alta se considerarmos que é uma média per capita e que boa parte dessa energia poderia ter sido poupada” (L3Cint5p. 133).</p> <p>Item 3: A gasolina e os combustíveis derivados do petróleo, são utilizados em quase metade da frota nacional de veículos; o álcool e o gás complementam o consumo. A maneira mais racional de economizar combustível é utilizar o transporte público [...]. Se for absolutamente necessário utilizar o carro, a pessoa deve atentar para os seguintes conselhos: Procurar trafegar com os vidros fechados. [...] Manter os pneus adequadamente calibrados, de acordo com o manual de fábrica do veículo. [...]. Procurar conduzir o veículo, sempre que possível, com velocidade constante, evitando freadas ou arrancadas súbitas [...]” (L3Cint5p. 134).</p> <p>Item 3: “No Brasil, a maior parte da energia utilizada nas residências é a elétrica. Por pequena que seja a economia diária de eletricidade, no decorrer de um período longo, um ano, por exemplo, ela se torna significativa. Nas residências, onde a responsabilidade é nossa, muita energia elétrica pode ser poupada se algumas atitudes simples forem adotadas” (L3Cint5p. 135).</p> <p>Item 4: “As fontes convencionais de energia são mais utilizadas na produção de energia elétrica, que é usada rotineiramente pelos seres humanos em suas atividades. Essas fontes são, por exemplo, as usinas hidroelétricas e as termoelétricas, os combustíveis fósseis, o gás natural e o GLP [...]. Além disso, não é mais possível suportar a degradação ambiental decorrente de algumas das fontes convencionais de energia” (L3Cint5p. 138).</p>	<p>Desenvolvimento tecnológico para a sustentabilidade. (1)</p> <p>Reflexão sobre consumo energético. (1)</p> <p>Uso racional da energia para poupar recursos naturais. (1)</p> <p>Uso racional da energia elétricas. Dicas para desperdiçar. (1)</p> <p>Degradação ambiental causada por fontes convencionais de energia. (1)</p>

<p>Item 4: “A produção alternativa de energia deve priorizar os recursos renováveis para não desembocar no mesmo problema dos combustíveis fósseis [...]. Além de projetos desenvolvidos em seus ministérios, o governo brasileiro tem promulgado leis e criado programas de incentivo a empresários que invistam em energias renováveis, principalmente a solar e a eólica, analisadas a seguir” (L3Cint5p. 138).</p>	<p>Políticas públicas para o desenvolvimento de energias renováveis. (1)</p>
<p>Item 4: “A Terra recebe continuamente energia do Sol [...] é grande a quantidade de energia que chega ao solo e está disponível para uso. O problema é como captar essa energia de modo econômico, de maneira que o custo da captação não seja elevado a ponto de inviabilizar o processo [...]. Atualmente, já se discute a possibilidade de utilização de energia solar para a geração de energia elétrica a partir do uso de turbinas a vapor em usinas termossolares [...]. O custo da energia elétrica por esse processo, de acordo com a empresa americana Inland Energy Inc., é de US\$ 0,20/kWh a US\$ 0,29/kWh para a instalação dos espelhos. [...]” (L3Cint5p. 138).</p>	<p>Aproveitamento da energia solar de acordo com a localidade. Conhecimento científico atrelado a essa aplicação. (1)</p>
<p>Item 4: “Podemos dizer que inúmeras vantagens fazem a energia solar ser uma opção muito interessante para o fornecimento de energia [...]. Diferentemente das usinas hidroelétricas, é uma energia que não gera nenhum tipo de resíduo nem causa impactos ambientais negativos [...]. Salvo os investimentos iniciais para a aquisição e instalação dos painéis, que tendem a diminuir com o tempo, não existe mais nenhum valor a pagar. Não há conta a ser paga no fim do mês, por exemplo, pois a energia do Sol é gratuita [...]” (L3Cint5p. 139).</p>	<p>Benefícios ambientais e econômicos do uso da energia solar. (1)</p>
<p>Item 4: “Entretanto, há outros problemas a serem solucionados em relação ao fornecimento de energia solar. Em primeiro lugar, o custo da energia propiciada pelos painéis fotovoltaicos, entre US\$ 0,47/kWh e US\$ 0,70/kWh, ainda é alto. Para ser competitivo com o da energia elétrica produzida por uma usina hidroelétrica, por exemplo, o preço do kWh deveria estar em torno de US\$ 0,18” (L3Cint5p. 140).</p>	<p>Impedimentos econômicos para geração de energia limpa. (1)</p>
<p>Item 4: “Os custos de produção e de instalação de turbinas eólicas vêm baixando significativamente, viabilizando cada vez mais a utilização dessa fonte alternativa de energia. Admite-se que o preço do kWh de energia elétrica de origem eólica possa baixar a US\$ 0,08, um valor extremamente competitivo comparado com outras fontes energéticas, como a energia hidroelétrica (US\$ 0,18/kWh) [...]. Estima-se que o custo para a produção de energia elétrica obtida da energia eólica seja de US\$ 0,06/kWh a US\$ 0,08/kWh, mas a transmissão da energia elétrica gerada pode elevar esses valores” (L3Cint5p. 141).</p>	<p>Vantagem econômica da energia eólica. (1)</p>
<p>Item 4: “O uso da energia eólica também traz consequências socioambientais. Entre elas destacamos, primeiramente, as sonoras, em razão do ruído dos rotores [...]. Um segundo tipo de impacto socioambiental é o visual, que é decorrente do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente no caso de centrais eólicas com um número considerável de turbinas, também conhecidas como parques ou fazendas eólicas” (L3Cint5p. 141).</p>	<p>Problemas ambientais relacionados com a energia eólica. (1)</p>
<p>Atividade em grupo 1: “De acordo com a International Energy Agency (Agência Internacional de Energia), em 2006, 83,2% da energia elétrica utilizada no Brasil foi gerada por usinas hidroelétricas. Essa fonte renovável de energia apresenta inúmeras vantagens em relação aos combustíveis fósseis. Entretanto, a geração de energia elétrica em usinas hidroelétricas exige a construção de enormes represas, alagando extensas áreas, o que pode acarretar impactos ambientais importantes. Em grupo, faça um vídeo entrevistando seus professores de Biologia e</p>	<p>Problemas ambientais causadas por usinas hidrelétricas. (1)</p>

<p>Geografia a respeito dos impactos ambientais, econômicos e sociais que a construção de uma grande represa pode trazer para a população, para a flora e para a fauna de uma região [...]” (L3Cint5p. 133).</p> <p>Atividades finais: “Questão 5 (ENEM): A Lei Federal n. 11.097/2005 dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e fixa em 5%, em volume, o percentual mínimo obrigatório a ser adicionado ao óleo diesel vendido ao consumidor. De acordo com essa lei, biocombustível é “derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”. A introdução de biocombustíveis na matriz energética brasileira a) colabora na redução dos efeitos da degradação ambiental global produzida pelo uso de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo. b) provoca uma redução de 5% na quantidade de carbono emitido pelos veículos automotores e colabora no controle do desmatamento. c) incentiva o setor econômico brasileiro a se adaptar ao uso de uma fonte de energia derivada de uma biomassa inesgotável. d) aponta para pequena possibilidade de expansão do uso de biocombustíveis, fixado, por lei, em 5% do consumo de derivados do petróleo. e) diversifica o uso de fontes alternativas de energia que reduzem os impactos da produção do etanol por meio da monocultura da cana-de-açúcar” (L3Cint5p. 143).</p> <p>Aplicando conhecimentos: “Questão 2: O emprego de fontes renováveis na matriz energética de um país contribui mundialmente para a diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO₂). Apesar de o Brasil ser um dos países com menor emissão de CO₂ quando comparado a outros países, só em 2018 o total de emissões antrópicas relacionadas à matriz energética brasileira foi de 416,1 milhões de toneladas em equivalência de dióxido de carbono (MtCO₂-eq). [...] aponte os setores brasileiros que mais contribuem com a emissão de CO₂ e discuta possíveis soluções para a redução de CO₂ desses setores” (L3Cint5p. 137).</p> <p>Dialogando com o texto: “Se sua residência é abastecida de energia elétrica, verifique seu consumo e faça uma estimativa da contribuição do chuveiro elétrico no valor da sua conta de luz. Quais ações você e sua família poderiam adotar para economizar?” (L3Cint5p. 137).</p> <p>Dialogando com o texto: “O projeto Xingu Solar, desenvolvido pelo Instituto Socioambiental, realizou a instalação de setenta sistemas fotovoltaicos em 65 aldeias do Território Indígena do Xingu (TIX), em Mato Grosso, para a geração de eletricidade. [...]. A iniciativa promoveu melhorias nas comunidades, como aulas no período noturno e o funcionamento mais amplo das unidades de saúde e de sedes de associações. Os painéis instalados têm baixa potência (cerca de 280 Wp), não sendo suficientes para as demandas das aldeias; por isso ainda são empregados os geradores a diesel na geração de eletricidade. Entretanto, estima-se que das 1.200 toneladas/ano de emissão de CO₂ geradas pelo uso exclusivo dos geradores a diesel, houve uma redução de cerca de 600 toneladas de CO₂ ao ano com o uso dos sistemas fotovoltaicos.” (L3Cint5p. 140).</p>	<p>Políticas públicas, produção de energias renováveis e seus efeitos no ambiente e na economia. (1)</p> <p>Reflexão sobre a emissão de gases de efeito estufa em diferentes setores da sociedade. (1)</p> <p>Ações individuais e coletivas para minimizar o desperdício elétrico. (1)</p> <p>Reflexão sobre viabilidade econômica e eficiência energética <i>versus</i> a poluição causada. (1)</p>
--	--

Fonte: excertos do livro 3 – Matéria e energia (2024).

Livro 4: Humanidade e ambiente	
Capítulo 6: Poluição ambiental	
Excertos	Principais ideias

<p>Item 1: “O uso de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, a aplicação de adubos e defensivos na agricultura e diversas outras atividades, como as industriais, lançam no meio ambiente compostos químicos poluentes que contaminam o ar, a água e o solo e modificam, em alguns casos, a proporção dos elementos que constituem o meio ambiente, afetando a saúde das pessoas, dos animais e toda a natureza.” (L4Cint6p. 109).</p> <p>Item 2: “O vapor de água (H₂O) da atmosfera reage com o dióxido de enxofre (SO₂) emitido, formando o ácido sulfúrico (H₂SO₄), e com os óxidos de nitrogênio (NO_x), formando o ácido nítrico (HNO₃). As gotas de chuva, absorvendo esses ácidos, passam a apresentar alto índice de acidez. Ao se precipitarem sobre o solo, ocorre o que se convencionou chamar de chuva ácida, que é responsável pelo desaparecimento de várias espécies aquáticas, pela destruição da cobertura vegetal e pela corrosão de metais e outros materiais, como o granito e o mármore dos monumentos e de outras obras de arte que ficam ao ar livre” (L4Cint6p. 110).</p> <p>Item 2: “São aproximadamente doze milhões de veículos lançando milhares de toneladas de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de enxofre e de nitrogênio, aldeídos, vapores e partículas, além da poluição sonora”. Os veículos a óleo diesel emitem uma fumaça preta constituída de partículas de fuligem inaláveis (carbono), que carregam substâncias tóxicas e são prejudiciais à saúde, podendo causar alergia, asma e bronquite” (L4Cint6p. 111).</p> <p>Item 2: “É muito comum que as águas usadas nas residências, contendo fezes humanas, urina, restos de comida, sabões e detergentes, sejam despejadas nos rios e lagos, diretamente ou pelas redes de esgoto. Em pequenas quantidades, essas substâncias sofrem o processo de decomposição [...] quando são despejadas em grandes quantidades e sem tratamento, provocam aumento considerável na população desses microrganismos, que, ao respirarem, consomem gás oxigênio dissolvido na água. Como consequência, os peixes podem morrer por asfixia, devido à redução do teor de oxigênio na água” (L4Cint6p. 111).</p> <p>Item 2: “Esses metais venenosos para os seres humanos são encontrados em baterias elétricas. Por esse motivo, recomenda-se muito cuidado com o descarte de baterias e pilhas sem carga [...]. O mercúrio é ainda muito utilizado no garimpo do ouro, com o qual forma um amálgama. Depois de separado do ouro, é rejeitado diretamente nos rios” (L4Cint6p. 111).</p> <p>Item 2: “Muitas substâncias nocivas à saúde são lançadas diretamente nos mares por rios poluídos que neles deságuam. Como consequência, as praias ficam impróprias para banhos. Entre as medidas que podem ser tomadas para despoluir ou evitar que as águas sejam poluídas estão [...] campanhas educativas que esclareçam a população de que rios, lagos, riachos, córregos, mananciais, mares, entre outros, são fontes de vida e não devem receber dejetos, resíduos e lixo. As leis brasileiras de proteção ambiental são bastante avançadas. Cabe ao governo fiscalizar, punir e multar os responsáveis por crimes contra o meio ambiente, o que nem sempre acontece. Mas cada cidadão também deve se conscientizar de sua responsabilidade e de que pode assumir atitudes simples para minimizar a poluição, como reduzir o consumo de produtos industrializados e de embalagens plásticas” (L4Cint6p. 112).</p> <p>Item 2: “Devido à exposição contínua a ruídos exagerados, muitas pessoas apresentam deficiências auditivas e estresse [...]. Sons</p>	<p>Poluição ambiental causada pelo uso de combustíveis fósseis, defensivos agrícolas. (1)</p> <p>Problemas ambientais: chuva ácida. (1)</p> <p>Problemas de saúde causados pela poluição do ar. (1)</p> <p>Problemas ambientais causados pela poluição da água. (1)</p> <p>Problemas de saúde humana causadas pela poluição das águas. (2)</p> <p>Reflexão sobre políticas públicas, atividades educativas e ações individuais para atenuar problemas ambientais: poluição das águas. (1)</p>
---	---

<p>contínuos de nível de intensidade sonora superior a 85 decibéis (85 dB) causam lesões irreversíveis à orelha humana. [...] entre as pessoas, reduz a eficiência no trabalho, causa estresse, acelera o ritmo cardíaco, aumenta a pressão arterial, baixa a imunidade do organismo e provoca problemas cardiovasculares” (L4Cint6p. 113).</p> <p>Item 2: “O acidente ocorrido em 1987 na cidade de Goiânia, em Goiás, é um triste exemplo do que a falta de cuidado e de informação pode provocar [...]. A limpeza da área produziu mais de 6 mil toneladas de lixo radioativo, que foi acondicionado em caixas, tambores e contêineres revestidos de aço e concreto, os quais foram totalmente lacrados e enterrados a mais de 30 m de profundidade. Somente agora as áreas atingidas começam a se recuperar da desvalorização que sofreram à época do acidente” (L4Cint6p. 114).</p> <p>Item 3: “A política dos 3Rs, que significa reduzir, reutilizar e reciclar, é uma medida criada com o objetivo de diminuir a produção de lixo e, dessa forma, poluir menos o meio ambiente por meio do consumo consciente e do manejo sustentável dos produtos e materiais utilizados no dia a dia. [...]. A reciclagem contribui também para a redução da quantidade de lixo, incinerado ou despejado em aterros sanitários, e seu impacto sobre o meio ambiente. Além disso, a coleta de material reciclável tem uma função socioeconômica importante, já que existem várias cooperativas e associações de catadores de papelão e de latas de alumínio, entre outras entidades, em todo o país, que se mantêm com a venda desses materiais” (L4Cint6p. 115).</p> <p>Item 3: “Os plásticos, devido à sua durabilidade e resistência à ação do ar e de agentes químicos, tornaram-se um grande problema de poluição ambiental quando descartados. Eles não são biodegradáveis e, por esse motivo, estima-se que podem durar centenas de anos no meio ambiente. Sua incineração não soluciona o problema, pois pode liberar gases tóxicos e poluir o ar” (L4Cint6p. 117).</p> <p>Aplicando conhecimentos: “Questão 3. (Univas-MG): O lixo urbano é responsável por vários impactos ambientais. Mesmo este não sendo um problema exclusivo das grandes cidades, é nelas que ele se torna um grande desafio para as administrações públicas. Sobre as formas de recolhimento e contaminação do lixo urbano é correto afirmar [...]” (L4Cint6p. 114).</p> <p>Atividade em grupo 1: “O filme Erin Brockovich, uma mulher de talento (Estados Unidos, 2000, 131 min), estrelado pela atriz Julia Roberts, aborda o problema da poluição da água causada por substâncias provenientes de lixo industrial [...] pesquisem se há casos semelhantes de poluição industrial da água ou do solo no Brasil” (L4Cint6p. 112).</p> <p>Atividade em grupo 2: “Na abertura deste capítulo, abordamos maneiras de evitar a utilização de defensivos agrícolas. A engenharia genética, por exemplo, desenvolveu produtos geneticamente modificados, como a soja e o milho transgênicos. Entretanto, há muita oposição, principalmente dos grupos ambientalistas, a esses procedimentos. [...] procurem por outras formas de evitar o uso de agrotóxicos. Essas alternativas são economicamente viáveis?” (L4Cint6p. 112).</p> <p>Atividades finais: “Questão 3. (ENEM): A maior parte dos veículos de transporte atualmente é movida por motores a combustão que utilizam derivados de petróleo. Por causa disso, esse setor é o maior consumidor de petróleo do mundo [...]. Um impacto ambiental da tecnologia mais empregada pelos setores de transporte e uma medida para promover a</p>	<p>Problemas de saúde humana causadas pela poluição sonora. (2)</p> <p>Problemas ambientais causadas pela poluição radioativa. (2)</p> <p>Reciclagem como solução de um problema ambiental e vantagem econômica. (1)</p> <p>Problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de plásticos. (1)</p> <p>Reflexão sobre problemas ambientais e de saúde humana causados pelo lixo e aterro urbano. (1)</p> <p>Reflexão sobre problema industrial da água na comunidade dos estudantes. (1)</p> <p>Tema controverso: defensivos agrícolas versus modificação genéticas de alimentos. (1)</p> <p>Problemas ambientais causados por combustíveis fósseis. (1)</p>
--	---

<p>redução de seu uso estão indicados, respectivamente, em [...]” (L4Cint6p. 119).</p> <p>Atividades finais: “Questão 4 (ENEM): Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem. Um exemplo de reciclagem é a utilização de [...]” (L4Cint6p. 119).</p> <p>Atividades finais: “Questão 6 (UEFS): Em Salvador e na região metropolitana, são descartados, por ano, cerca de dois milhões de toneladas de resíduos sólidos. Se não forem tomadas providências, em pouco tempo, os aterros sanitários não serão suficientes para manter tanto lixo. Considerando-se a problemática do lixo das grandes regiões metropolitanas do país, entre as soluções corretas para reduzir o acúmulo desse material nos aterros sanitários, pode-se incluir [...]” (L4Cint6p. 120).</p> <p>Atividades finais: “Questão 8 (ENEM): A questão ambiental, uma das principais pautas contemporâneas, possibilitou o surgimento de concepções políticas diversas, dentre as quais se destaca a preservação ambiental, que sugere uma ideia de intocabilidade da natureza e impede o seu aproveitamento econômico sob qualquer justificativa. [...]. Considerando as atuais concepções políticas sobre a questão ambiental, a dinâmica caracterizada no texto quanto à proteção do meio ambiente está baseada na [...]” (L4Cint6p. 120).</p>	<p>Reflexão sobre reciclagem como solução do descarte inadequado de materiais. (1)</p> <p>Reflexão sobre possíveis soluções para o problema ambiental do lixo urbano. (1)</p> <p>Reflexão sobre a preservação ambiental versus desenvolvimento econômico. (1)</p>
Capítulo 7: Sustentabilidade ambiental	
Excertos	Principais ideias
<p>Item 1: “Em 1987, uma comissão de estudos ambientais deu ênfase a um conceito que amadureceu ao longo da década de 1970: a sustentabilidade ambiental, inicialmente denominado desenvolvimento sustentável. Segundo essa comissão, a ideia central da sustentabilidade é atender às necessidades essenciais da humanidade sem comprometer, porém, a capacidade de as futuras gerações obterem o necessário para uma vida digna. [...]. Esse deveria ser o princípio norteador das ações e das atividades humanas em relação ao ambiente” (L4Cint7p. 144).</p> <p>Item 1: “Os princípios da sustentabilidade ambiental podem e devem ser aplicados a diversos aspectos da relação da humanidade com o ambiente [...]. Outra ação importante para o desenvolvimento sustentável é investir no estudo e no desenvolvimento de fontes de energia renováveis – biocombustíveis, energia eólica, energia solar e energia hidroelétrica –, substituindo gradativamente a matriz energética atual, que prioriza combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão mineral [...]. Princípios para uma sociedade sustentável: Cuidar da comunidade dos seres vivos, respeitando-a. Trata-se de um princípio ético que “reflete o dever de nos preocuparmos com as outras pessoas e outras formas de vida, agora e no futuro” (L4Cint7p. 144).</p> <p>Item 2: “A poluição ambiental decorrente do desenvolvimento industrial já provocou grandes tragédias. Em Londres, por exemplo [...] mais de 4 mil pessoas morreram em poucos dias por problemas respiratórios provocados por poluentes concentrados na baixa atmosfera [...]. O esclarecimento e a educação da população podem contribuir para o controle da poluição. Somente uma sociedade civil amplamente organizada e informada será capaz de manter atitudes sustentáveis e de exercer fiscalização ambiental rigorosa e sistemática, exigindo das autoridades a criação de leis ecológicas eficientes e, principalmente, o seu cumprimento” (L4Cint7p. 145).</p>	<p>Conhecimento científico para a sustentabilidade ambiental. (1)</p> <p>Reflexão sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e ações individuais/coletivas para a sustentabilidade. (1)</p> <p>Políticas públicas e a conscientização popular para atenuar problemas ambientais: (1)</p>

<p>Item 2: “Com a inversão, os movimentos convectivos são interrompidos e os poluentes não se dispersam para as camadas mais altas da atmosfera, passando a se concentrar na camada de ar frio aprisionada entre a superfície e a camada de ar quente. Nessas ocasiões, é comum ocorrer aumento dos casos de irritação das mucosas e de problemas respiratórios em habitantes de grandes centros urbanos” (L4Cint7p. 147).</p>	<p>Problemas de saúde humana causadas por poluição ambiental. (1)</p>
<p>Item 2: “O aumento significativo da temperatura global pode ocasionar grandes mudanças no clima da Terra, algumas presumivelmente de efeitos catastróficos. Isso parece que já está ocorrendo, como se pode observar pelo aumento de tsunâmis devastadores, de secas intensas em determinadas regiões, de chuvas abundantes e destrutivas em outras, entre outros fenômenos naturais que estão se tornando mais frequentes” (L4Cint7p. 148).</p>	<p>Problema ambiental: efeito estufa. (1)</p>
<p>Item 2: “Além da morte das formas de vida existentes no rio, o lançamento de esgotos sem tratamento prévio pode propagar doenças infecciosas, como a hepatite A, a amebíase e a cólera. A melhor solução para o problema dos esgotos é seu tratamento e aproveitamento. Atualmente já há tecnologias para purificar a água dos esgotos, utilizar os resíduos semissólidos na produção de fertilizantes e empregar o gás metano gerado no processo como combustível” (L4Cint7p. 149).</p>	<p>Problemas de saúde humana causadas por poluição ambiental (falta de saneamento básico) e a proposição de uma tecnologia para solucioná-lo. (1)</p>
<p>Item 2: “As águas utilizadas para diversos fins nas casas e depois descartadas, conhecidas como águas servidas, e os resíduos industriais também podem ocasionar graves problemas ambientais. Substâncias poluentes como detergentes, ácido sulfúrico, amônia e outras substâncias tóxicas envenenam os rios e causam a morte de muitas espécies da comunidade aquática” (L4Cint7p. 149).</p>	<p>Problema ambiental: poluição das águas. (1)</p>
<p>Item 2: “O desenvolvimento acentuado da agricultura também tem contribuído para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), utilizados muitas vezes em quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios, eventualmente intoxicando o próprio agricultor e sua família e matando diversos seres vivos dos ecossistemas atingidos (Fig. 7)” (L4Cint7p. 149).</p>	<p>Problemas de saúde humana causadas por poluição ambiental (agrotóxicos). (1)</p>
<p>Item 2: “Soluções para o problema dos resíduos sólidos envolvem a redução do desperdício de materiais e a reciclagem do lixo, que consiste no reaproveitamento de diversos resíduos. Para que a reciclagem funcione com eficiência é fundamental separar os diversos componentes do lixo, processo conhecido como triagem. Latas, por exemplo, podem ter seu metal totalmente reaproveitado; o Brasil já é um dos maiores recicladores de latas de alumínio do mundo. Plásticos e papel também podem ser reciclados. Calcula-se que se os Estados Unidos reciclassem 50% do papel que utilizam, em vez dos 20% que reciclam atualmente, poderiam deixar de cortar cerca de 100 milhões de árvores por ano” (L4Cint7p. 149).</p>	<p>Reciclagem como solução para descarte do lixo. (1)</p>
<p>Item 2: “Atualmente a reciclagem ainda é um processo complexo e dispendioso, sendo mais fácil e barato utilizar matéria-prima natural do que matéria reciclada. Esse cálculo, porém, não leva em conta a degradação ambiental, que poderá representar um custo altíssimo para as gerações futuras. Com o progressivo esgotamento dos recursos naturais e o avanço das tecnologias de reciclagem do lixo, o reaproveitamento logo deverá ultrapassar os 50% dos materiais descartados” (p. 149).</p>	<p>Reciclagem como solução para descarte do lixo <i>versus</i> desvantagem econômica. (1)</p>

<p>Item 2: “É urgente que toda a população conscientize-se sobre o problema do lixo. Mais cedo ou mais tarde, o poder público e a população terão de conjugar esforços para resolvê-lo, não só por meios tecnológicos de reciclagem, mas também pela intensificação de ações educativas e de campanhas de conscientização, incentivando as pessoas a desperdiçar menos materiais e a produzir menos lixo” (L4Cint7p. 150).</p>	<p>Educação, informação como solução de problemas ambientais (lixo). (1)</p>
<p>Item 3: “O desenvolvimento e a aplicação da ideia de sustentabilidade ambiental são importantes para uma visão moderna, comprometida e atuante da Ecologia. Nossa sobrevivência e nosso bem-estar dependem, direta ou indiretamente, do ambiente natural [...]. A aceitação e a implementação desse princípio por um número cada vez maior de países é o que poderá impedir que interesses econômicos imediatistas se sobreponham às expectativas sociais de um mundo melhor para as gerações vindouras” (L4Cint7p. 151).</p>	<p>Reflexão sobre sustentabilidade para gerações futuras. (1)</p>
<p>Item 3: “Atualmente, a maior parte da energia empregada nas sociedades industrializadas provém de combustíveis fósseis como o carvão e o petróleo [...]. Os combustíveis fósseis são recursos não renováveis e que se esgotarão em um futuro relativamente próximo; sua duração depende do uso que se fizer deles. Além disso, a utilização desses combustíveis causa diversos problemas ambientais, principalmente pelas emissões de CO e CO₂” (L4Cint7p. 151).</p>	<p>Problemas ambientais: efeito estufa. (1)</p>
<p>Item 3: “A hidroeletricidade é produzida pela passagem de água por turbinas, que convertem a energia cinética da água em energia elétrica [...]. Entretanto, as usinas hidroelétricas não deixam de exercer impactos sobre o ambiente, pois sua construção requer o desvio de cursos de rios e o alagamento de extensas regiões, o que pode provocar alterações no clima e acarretar o desaparecimento de comunidades biológicas na área alagada” (L4Cint7p. 151).</p>	<p>Problemas ambientais causados por hidrelétricas. (1)</p>
<p>Item 3: “A energia nuclear é obtida pelo emprego de substâncias denominadas “combustíveis nucleares”, cujos núcleos atômicos são desintegrados no interior dos reatores de fissão nuclear, nas usinas nucleares. Esse tipo de tecnologia tem se mostrado arriscado, uma vez que, além dos diversos acidentes já ocorridos, não há destinação segura para o “lixo radioativo” produzido pelas usinas nucleares” (L4Cint7p. 151).</p>	<p>Problemas ambientais: lixo radioativo. (1)</p>
<p>Item 3: “Combustíveis renováveis, como o álcool etílico (etanol), o biodiesel e o gás natural, produzido por biodigestão, constituem alternativas viáveis para suprir parte da demanda energética. O Brasil foi o primeiro país do mundo a utilizar em larga escala o etanol obtido da fermentação da cana-de-açúcar como combustível de automóveis; atualmente incentiva-se o uso do biodiesel, produzido principalmente a partir do óleo de certas sementes, como substituto do diesel, obtido do petróleo” (L4Cint7p. 151).</p>	<p>Energias renováveis para sustentabilidade. (1)</p>
<p>Item 3: “Ainda em fase inicial no Brasil, mas já amplamente utilizado em países como Estados Unidos, Alemanha e Dinamarca, seguidos por Índia e Espanha, está o aproveitamento da energia eólica (energia dos ventos), uma promissora perspectiva para que nosso país possa substituir fontes de energia que impactam negativamente o ambiente” (L4Cint7p. 152).</p>	<p>Energia eólica como solução do problema energético. (1)</p>
<p>O movimento ambientalista Décadas de 1960 e 1970: Na década de 1960 surgiram ações governamentais em diversos países visando proteger e conservar os ambientes e os recursos naturais. A primeira lei ambiental para o controle da poluição foi promulgada em 1967 no Japão. O desenvolvimento econômico japonês no período pós-guerra fez a poluição atingir níveis nunca antes atingidos, obrigando o governo</p>	<p>Políticas e acordos internacionais em prol do ambiente. (1)</p>

<p>japonês a punir as empresas poluidoras. Em 1970 os Estados Unidos criaram sua Agência de Proteção Ambiental (do inglês, Environmental Protection Agency - EPA). Em 1972 ocorreu a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia). O ponto alto desse encontro, que teve a participação de 113 países, foi o reconhecimento da natureza global dos problemas ambientais e da necessidade de todos os países buscarem uma solução conjunta para eles. Em 1973 e em 1979 ocorreu uma crise internacional envolvendo países exportadores de petróleo e grandes empresas petrolíferas. Essa crise fez o mundo perceber que as reservas de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral, um dia chegarão ao fim. Um dos resultados positivos da crise do petróleo foi exatamente chamar a atenção para a racionalização do consumo de combustíveis e para a busca por fontes alternativas de energia. (L4Cint7p. 151).</p> <p>Década de 1980: As observações e análises científicas mostraram que a camada de ozônio atmosférica, que filtra a radiação ultravioleta proveniente do Sol, estava sendo destruída pela liberação industrial de certos gases, principalmente os clorofluorocarbos (CFCs). Em resposta a esse novo desafio, em 1985 realizou-se em Viena (Áustria) um fórum em que foi criada a Convenção de Proteção à Camada de Ozônio. Hoje, segundo dados da Nasa, a destruição da camada de ozônio foi contida. Outro avanço ocorrido em 1987 foi a publicação de um relatório pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland) em que se apresentou o conceito de desenvolvimento sustentável, depois chamado de sustentabilidade (L4Cint7p. 151).</p> <p>Dialogando com o texto: “É possível que você saiba que nosso planeta é protegido por um escudo gasoso de ozônio, que bloqueia a penetração de grande parte da radiação ultravioleta do Sol [...]. Atente para os seguintes pontos: [...] c) que tipos de agentes causam a destruição da camada de ozônio e cuja utilização foi vetada em diversos países?” (L4Cint7p. 146).</p> <p>Atividade em grupo 1: “O conceito de sustentabilidade parece simples, mas para aplicá-lo é preciso que ele seja incorporado a todas as atitudes que porventura coloquem em risco as gerações futuras. Nossa sugestão é que você forme um grupo com colegas para pesquisar, na internet, exemplos da aplicação de sustentabilidade ambiental, tanto em grande escala como na rotina diária” (L4Cint7p. 144).</p> <p>Atividade em grupo 2: “Forme um grupo com colegas para dividir as tarefas de pesquisa sobre o lixo urbano. Concentre as pesquisas em aspectos como coleta seletiva, triagem do lixo e reciclagem [...]” (L4Cint7p. 149).</p> <p>Atividades finais: Questão 1: “A emissão de poluentes por automóveis e indústrias é mais ou menos constante ao longo do ano; entretanto, nos grandes centros industriais brasileiros, têm-se verificado níveis alarmantes de poluentes atmosféricos junto ao solo, principalmente nos meses mais frios. Por que isso ocorre? [...]” (L4Cint7p. 152).</p> <p>Atividades finais: “Questão 4. (Unicamp-SP) O acidente radioativo na usina de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, exigiu a evacuação de mais de 100 mil pessoas em um raio de 30 km. Até hoje, a região é isolada e o acesso público, restrito. Pouco tempo após o acidente, muitos estudos indicaram que vários organismos, entre os quais aranhas e insetos, haviam sofrido efeitos negativos da radiação” (L4Cint7p. 153).</p>	<p>Políticas e acordos internacionais em prol do ambiente. (1)</p> <p>Problemas ambientais: camada de ozônio. (1)</p> <p>Reflexão sobre atitudes sustentáveis. (1)</p> <p>Ações individuais/coletivas para mitigar problemas ambientais (lixo). (1)</p> <p>Reflexão sobre problemas ambientais: solo. (1)</p> <p>Problemas ambientais: lixo radioativo. (1)</p>
--	---

Livro 5: Ciência e tecnologia	
Capítulo 8: Pilhas e baterias (celas galvânicas)	
Excertos	Principais ideias
<p>Atividades finais: “Questão 1 (ENEM): Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna [...]” (L5Cqui8p. 83).</p> <p>Atividades finais: “Questão 3 (ENEM): O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio [...]” (L5Cqui8p. 83).</p> <p>Em destaque: “Células galvânicas a combustível: As espaçonaves precisam de uma fonte de eletricidade e os astronautas precisam de água para beber e para a higiene. Como a massa de uma astronave, que é construída para decolar de planetas, deve ser a menor possível, as baterias – que normalmente fornecem energia a partir da oxidação de um metal – seriam muito pesadas. [...]. Em uma versão simplificada de célula a combustível, um combustível, como o gás hidrogênio, passa sobre um eletrodo de platina, o gás oxigênio passa por outro eletrodo semelhante e o eletrólito é uma solução de hidróxido de potássio em água. [...]. Embora o preço impeça seu uso em muitas aplicações práticas, as células a combustível alcalinas são as mais usadas na indústria aeroespacial [...]” (L5Cqui8p. 81).</p> <p>Item 3: “Do ponto de vista didático, uma das celas galvânicas cujo funcionamento é mais simples de se entender é a pilha de Daniell, construída pelo cientista inglês John Frederic Daniell (1790 -1845) em 1836, numa época em que a expansão dos telégrafos com fio exigia fontes de corrente elétrica para uso nesse meio de comunicação” (L5Cqui8p. 76).</p>	<p>Problemas ambientais: descarte inadequado de pilhas. (1)</p> <p>Desenvolvimento tecnológico para atenuar um problema ambiental (energia). (1)</p> <p>Inovação tecnológica para uma questão econômica. (2)</p> <p>Desenvolvimento tecnológico para melhorias sociais. (2)</p>
Capítulo 9: Nanotecnologia	
Excertos	Principais ideias
<p>Item 6: “Por outro lado, grande quantidade de nanopartículas é produzida anualmente e incorporada a itens de varejo, como produtos de higiene, cosméticos, fibras têxteis, plásticos e equipamentos eletrônicos. Alguns desses produtos, após utilização, vão parar no esgoto, como é o caso de cremes dentais, xampus, cremes para limpeza da pele e produtos de maquiagem [...]. O descarte inapropriado e mesmo o desgaste do produto durante sua utilização regular podem liberar no ambiente as nanopartículas que existem neles, acarretando seu espalhamento no ar, na água e no solo” (L5Cqui9p. 154).</p> <p>Item 6: “Que efeitos a introdução dessas nanopartículas no ambiente terá sobre nós, os demais seres vivos e o meio ambiente? Há muitas pesquisas para responder a essa pergunta. A nanotoxicologia é uma área recente que estuda os efeitos das nanopartículas sobre os organismos. Já existem evidências de que algumas delas podem ser absorvidas pelos pulmões, quando inaladas, através da pele, quando em contato com ela, e pelo tubo digestório, se ingeridas. Uma vez na circulação, elas podem ser rapidamente distribuídas pelo corpo e acarretar efeitos diversos” (L5Cqui9p. 154).</p>	<p>Problema ambiental: nanopartículas no ambiente. (1)</p> <p>Problema de saúde humana: nanopartículas no ambiente. (2)</p>

Fonte: excertos do livro 5 – Ciência e tecnologia (2024).

Livro 6: Universo e evolução	
Capítulo 10: Radioatividade	
Excertos	Principais ideias
<p>Atividades finais: “Questão 6 (ENEM): Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de: a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente. b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material. c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos. d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos. e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa” (L6Cqui10p. 140).</p> <p>Atividades finais: “Questão 7 (ENEM): “O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos: I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado, mas sofre fissão. II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos. A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que: a) o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares. b) o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade. c) o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa. d) ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia. e) ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está se tornando uma necessidade inquestionável” (L6Cqui10p. 140).</p> <p>Item 5: “Após o início da Segunda Guerra Mundial, os interesses sobre fissão nuclear aumentaram devido à possível aplicação bélica. Nos Estados Unidos, um grupo de cientistas chefiados por Julius Robert Oppenheimer (1904 -1967) construiu uma bomba de fissão, ou bomba atômica (bomba A), que foi testada na manhã de 16 de julho de 1945, no deserto do Novo México. Alguns dias depois (6 de agosto de 1945), uma bomba atômica de fissão de urânio-235 foi detonada na cidade japonesa de Hiroshima (Fig. 8). Três dias depois, outra bomba atômica, dessa vez de fissão de plutônio-239, foi explodida sobre Nagasaki” (L6Cqui10p. 137).</p> <p>Item 5: “Nos produtos da fissão, que constituem o lixo nuclear, existem dezenas de radionuclídeos emissores alfa, beta e gama que representam sério risco às pessoas e ao meio ambiente. Esses resíduos devem ser armazenados em recipientes de chumbo e/ou de concreto e guardados em locais seguros por tempo suficiente para que a radiação diminua a níveis não prejudiciais. Entre os muitos nuclídeos perigosos do lixo nuclear, podemos citar o estrôncio-90 (que pode se acumular nos ossos),</p>	<p>Problemas ambientais: lixo nuclear. (1)</p> <p>Questões controversas: tecnologia nuclear para benefícios à saúde <i>versus</i> destruição ambiental. (2)</p> <p>Problema de saúde humana: radiação. (2)</p> <p>Desenvolvimento tecnológico para aplicação bélica: bombas atômicas. (2)</p>

<p>o iodo-131 (que pode se acumular na glândula tireoide) e o céσιο-137 (que se dispersa em todos os líquidos corporais)” (L6Cqui10p. 138).</p> <p>Item 6: “Aproveitar a energia da fusão nuclear para geração de energia elétrica em usinas seria extremamente vantajoso, pois o deutério e o trítio podem ser obtidos a partir da água do mar e o produto é menos perigoso que o lixo nuclear da fissão, contendo como radioisótopo apenas o trítio que eventualmente tenha restado. No entanto, ainda não existe tecnologia para realizar a fusão nuclear de maneira segura e controlada, embora existam estudos em andamento” (L6Cqui10p. 139).</p>	<p>Tecnologia para produção energética: fusão nuclear. (2)</p>
---	--

Fonte: excertos do livro 6 – Universo e evolução (2024).