

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**MARCO AURÉLIO SOARES FRAGOSO**

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM  
ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA):  
ABRINDO AS CAIXAS PRETAS SMARTPHONE E TABELA PERIÓDICA**

**CURITIBA**

**2023**

**MARCO AURÉLIO SOARES FRAGOSO**

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM  
ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA):  
ABRINDO AS CAIXAS PRETAS SMARTPHONE E TABELA PERIÓDICA**

**Elaboration and evaluation of a didactic sequence regarding Science-Technology-  
Society-Environmental approach: opening the smartphone and periodic table black  
boxes**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.  
Orientador: Prof. Dr. Adriano Lopes Romero  
Coorientadora: Profa. Dra. Josmaria Lopes de Moraes

**CURITIBA**

**2023**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Curitiba



MARCO AURELIO SOARES FRAGOSO

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): ABRINDO AS CAIXAS PRETAS SMARTPHONE E  
TABELA PERIÓDICA**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 28 de Março de 2023

Adriano Lopes Romero, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Joao Amadeus Pereira Alves, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Marcia Borin Da Cunha, Doutorado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/05/2023.

**CURITIBA**

**2023**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigado por nunca soltar a minha mão e me guiar em todos os momentos. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por sua eterna compreensão e tolerância, por seu infinito amor e pela sua voz “invisível”, que me guiou em momentos turbulentos. Gratidão!

Aos meus pais, Jonas (*in memoriam*) e Casturina Rosely, pelo dom da vida e por tantos ensinamentos! Vocês me constituíram uma pessoa grata e que reconhece o esforço que tiveram para me criar da melhor maneira que puderam.

Agradeço à minha esposa, Solange, pela paciência e por estar ao meu lado em todos os momentos, inclusive me incentivando e apoiando nos momentos de dificuldades nesta jornada.

Ao orientador desta dissertação, o Prof. Dr. Adriano Lopes Romero, e à coorientadora, Profa. Dra. Josmaria Lopes de Moraes, pelas orientações prestadas, pelo incentivo, pela disponibilidade e pelo apoio que sempre demonstraram. Aqui lhe exprimo a minha eterna gratidão!

Aos professores e às professoras do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, por compartilharem seus conhecimentos durante as disciplinas ofertadas.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves e Profa. Dra. Marcia Borin da Cunha, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação, pelas valorosas e enriquecedoras contribuições, fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

Não poderia deixar de estender um agradecimento de maneira muito especial a todos que participaram do curso de formação; sem vocês, o resultado não seria o mesmo. Sou grato a esta universidade pública e a todos os profissionais que nela atuam, desde o porteiro, sempre tão atento e dedicado, até os coordenadores de curso, que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

Enfim, a todas as pessoas que estiveram presentes fisicamente ou em pensamentos e que contribuíram para este trabalho, muito obrigado!

## RESUMO

A tabela periódica dos elementos químicos é um conteúdo estruturante da disciplina de Química, sendo ensinada nos anos finais do Ensino Fundamental e primeiro ano do Ensino Médio. Por meio de um levantamento bibliográfico, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sobre “tabela periódica”, no período de 2016 a 2022, observamos que nenhum dos trabalhos explorou a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e/ou artefatos tecnológicos, tais como o smartphone para o ensino-aprendizagem desse objeto de conhecimento. Tal achado indica uma lacuna de conhecimento, que pode ser explorada no contexto do ensino de Química, a qual contemple as habilidades e competências, previstas para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, defendida por documentos curriculares normativos e orientadores da Educação Básica. Dessa forma, considerando a concepção latouriana, tanto a tabela periódica quanto o smartphone podem ser considerados como caixas pretas, no sentido de serem explorados apenas como ferramentas no contexto educacional. Tais fatos motivaram a elaboração de uma Sequência Didática (SD) que permitisse relacionar o objeto de conhecimento tabela periódica com o artefato tecnológico smartphone. Assim, tem-se a mediação desses conhecimentos a partir dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTS defendida por Strieder e Kawamura (2017). Após a elaboração da SD, a interrogação que orientou a continuidade da pesquisa foi: quais as percepções de professores sobre a presença/aplicabilidade de parâmetros e propósitos da abordagem CTSA na SD? Para isso, foi desenvolvido um curso de extensão, com professores em exercício, para apresentação e avaliação da SD. Para avaliar o potencial didático da SD foram convidados professores do contexto da prática que estivessem lecionando Química, na Educação Básica, e/ou atuando em cargos de gestão/orientação pedagógica relacionados com o Ensino Médio. As avaliações dos sete participantes da pesquisa quanto à aplicabilidade e aos tipos de recursos didáticos apresentados na SD indicam a viabilidade de aplicação da SD no contexto de sala de aula, assim como dos recursos didáticos selecionados. As limitações apresentadas pelos participantes foram a necessidade de um número maior de aulas para a realização de todos os encontros propostos na SD e as dificuldades dos estudantes em leituras de Textos de Divulgação Científica. Os participantes consideraram que a SD contribuirá para a instrumentalização dos professores/usuários do recurso didático produzido, na medida em que apresenta um volume considerável de informações relacionadas aos quatro elementos da relação CTSA. Ficou evidente, a partir das respostas dos participantes, que, ao explorar o artefato tecnológico smartphone, utilizando abordagem CTSA, o ensino do objeto de conhecimento tabela periódica poderá ser melhor compreendido e valorizado pelos estudantes da Educação Básica. Quanto à presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA, os participantes pontuaram que os recursos e as ferramentas apresentados na SD contribuem para alcançar os objetivos idealizados em cada um dos encontros propostos. Foi entendido pelos participantes que a metodologia apresentada na SD permite organizar e planejar o ensino, de forma sistemática e coerente, levando em conta as necessidades dos estudantes e os objetivos de aprendizagem definidos, bem como fornece recursos e ferramentas que podem melhorar sua prática educativa, apresentando, ainda, elementos instigadores para reflexões sobre as relações, de modo que sua utilização permite aos professores diversificar e enriquecer as estratégias de ensino, tornando as aulas mais dinâmicas e interessantes para os estudantes. Considerando a SD desenvolvida e a avaliação dos participantes da pesquisa, como contribuição desta pesquisa, apresentamos o produto educacional (PE) intitulado: “Quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?”.

Palavras-chave: Ensino de Química, Sistema Periódico, Elementos Químicos, Artefatos Tecnológicos.

## ABSTRACT

The periodic table of chemical elements is a structuring content of the Chemistry discipline, taught in the final years of Elementary School and first year of High School. Through a bibliographic survey, in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), on "periodic table" in the period from 2016 to 2022, we observed that none of the works explored the Science, Technology, and Society (STS) approach nor Science, Technology, Society, and Environment (STSE) and or technological artifacts, such as the smartphone for the teaching-learning of this object of knowledge. This finding indicates a knowledge gap, which can be explored in chemistry teaching. It contemplates the skills and competencies provided for Nature Sciences and their Technologies, defended by normative and guiding curricular documents of Basic Education. Thus, considering the Latourian conception, both the periodic table and the smartphone can be regarded as black boxes in the sense of being explored only as tools in the educational context. These facts motivated the elaboration of a Didactic Sequence (DS) that allowed us to relate the object of knowledge periodic table with the smartphone, a technological artifact. Thus, there is the mediation of this knowledge from the parameters and educational purposes of the STS approach defended by Strieder and Kawamura (2017). After the development of the DS, the question that guided the continuity of the research was: what are teachers' perceptions about the presence/applicability of parameters and purposes of the STS approach in the DS? To this end, an extension course was developed with practicing teachers to present and evaluate the DS. To assess the didactic potential of the DS were invited teachers from the context of practice who was teaching Chemistry in Basic Education and or working in management/pedagogical guidance positions related to Secondary Education. The evaluations of the seven research participants regarding the applicability and types of didactic resources presented in the DS indicate the feasibility of applying the DS in the classroom context, as well as the selected didactic resources. The limitations presented by the participants were the need for a more significant number of classes to carry out all the meetings proposed in the DS and the student's difficulties in reading Scientific Communication Texts. The participants considered that the DS would contribute to the instrumentalization of teachers/users of the didactic resource produced, as it presents a considerable amount of information related to the four elements of the STS relationship. It was evident from the participants' responses that, by exploring the smartphone technological artifact, using an STSE approach, the teaching of the periodic table knowledge object can be better understood and valued by Basic Education students. Considering the DS developed and the evaluation of the research participants, as a contribution to this research, we present the educational product (EP) entitled: "How many elements of the periodic table are needed to make a smartphone?".

**Keywords:** Chemistry Teaching, Periodic System, Chemical Elements, Technological Artifacts.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Teses/dissertações localizadas com o critério de inclusão e seu processo de escolha.....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 2 - Dissertações/teses, defendidas no período de 2016 a 2022, sobre o ensino de tabela periódica.....</b>	<b>29</b>
<b>Quadro 3 - Cronologia dos marcos legais do Ensino Médio desde 1988 .....</b>	<b>35</b>
<b>Quadro 4 - Resultado da busca das palavras-chave tabela periódica, elementos químicos, impactos, pilhas e smartphone no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná.....</b>	<b>44</b>
<b>Quadro 5 - Habilidades e conteúdos associados ao objeto de conhecimento tabela periódica no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. ....</b>	<b>46</b>
<b>Quadro 6 - Parâmetros e propósitos da abordagem CTSA a serem explorados nos encontros da Sequência Didática .....</b>	<b>54</b>
<b>Quadro 7 - Conteúdos trabalhados no curso de extensão.....</b>	<b>57</b>
<b>Quadro 8 - Questões específicas, associadas à abordagem CTSA, realizadas nos encontros .....</b>	<b>58</b>
<b>Quadro 9 - Categorias definidas <i>a priori</i> .....</b>	<b>60</b>
<b>Quadro 10 - Informações sobre as participantes do curso de extensão.....</b>	<b>63</b>
<b>Quadro 11 - Relação com a abordagem CTSA manifestada pelas participantes do curso de extensão .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - “Losango didático” que representa a concepção de uma Sequência Didática 50**  
**Figura 2 - Relação entre parâmetros e propósitos da educação CTS.....51**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BDBT	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologia
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
NEM	Novo Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional
PPGFCET	Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica
RCP	Referencial Curricular do Estado do Paraná
SD	Sequência Didática
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TDC	Textos de Divulgação Científica
TLDC	Textos Literários de Divulgação Científica
UT	Unidade Temática
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONTEXTO DA PESQUISA.....</b>	<b>12</b>
1.1	Trajetória do pesquisador.....	12
1.2	Apresentação da pesquisa realizada .....	13
1.3	Estrutura da dissertação .....	16
<b>2</b>	<b>ABORDAGEM CTS/CTSA E ENSINO DE QUÍMICA.....</b>	<b>17</b>
2.1	Ensino de Ciências da Natureza no Brasil.....	17
2.2	Ensino de Química por meio de abordagens CTS/CTSA .....	20
2.3	A abordagem CTS/CTSA na formação inicial/continuada de professores de Química.....	23
2.4	Panorama de pesquisas sobre o objeto de conhecimento tabela periódica em teses e dissertações .....	27
2.5	Documentos norteadores para o Ensino Médio: um olhar para as relações CTS/CTSA e o objeto de conhecimento tabela periódica .....	34
2.5.1	Novo Ensino Médio: pressupostos e documentos curriculares .....	34
2.5.2	A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com a BNCC.....	38
2.5.3	A componente curricular Química, segundo o Referencial Curricular do Estado do Paraná – Ensino Médio .....	39
2.5.4	Fundamentos teórico-metodológicos da componente curricular Química, segundo o Referencial Curricular do Estado do Paraná – Ensino Médio .....	41
<b>3</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA .....</b>	<b>48</b>
3.1	Pressupostos para a construção de SD na abordagem CTS/CTSA .....	49
3.2	Construção da Sequência Didática .....	53
<b>4</b>	<b>PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....</b>	<b>56</b>
4.1	A pesquisa e a natureza do estudo .....	
4.2	Curso de extensão como <i>locus</i> de pesquisa.....	56
4.3	Os instrumentos de pesquisa .....	57
4.4	Procedimentos para a análise da pesquisa .....	60
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>62</b>
5.1	Percepções manifestadas pelas participantes do curso de extensão sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD .....	62
5.1.1	Formação e atuação docente .....	63
5.1.2	Uso da abordagem CTSA .....	65
5.1.3	Aplicabilidade da SD.....	67
5.1.4	Recursos didáticos utilizados.....	72

<b>5.2</b>	<b>Percepções manifestadas pelas professoras participantes do curso de extensão acerca da presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD .....</b>	<b>75</b>
5.2.1	Percepções das participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de parâmetros da abordagem CTSA.....	75
5.2.2	Percepções das participantes do curso de extensão quanto a presença na SD de propósitos educacionais da abordagem CTSA .....	79
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>84</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP DA UTFPR</b>	<b>94</b>

## 1 CONTEXTO DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentamos o percurso acadêmico e o envolvimento com a disciplina de Química, os artefatos tecnológicos e a abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Na sequência, apresentamos a constituição da pesquisa quanto ao seu contexto e objetivos.

### 1.1 Trajetória do pesquisador

Sou<sup>1</sup> formado (1993) em Licenciatura em Ciências Biológicas, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), fiz especializações (2001, 2006 e 2014) em Gestão Pedagógica, pela Faculdade OPET, em Química, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), e em Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *campus* Medianeira.

Atuo na área da educação como professor de Ciências, na escola pública, pertencendo ao Quadro Próprio do Magistério (QPM) da Secretaria de Estado da Educação e do Esporte do Paraná (SEED/PR), e de Química na Associação Franciscana de Ensino Sr. Bom Jesus, ambas na cidade de Curitiba/PR.

A escolha em cursar mestrado no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGECT), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, veio pelo desejo de pesquisar a respeito de possibilidades pedagógicas, voltadas ao ensino de Química, que contribuam para o aprimoramento de minha prática docente. No desenvolvimento de meu trabalho, sempre busquei o diálogo com os alunos, especialmente, visando promover uma compreensão mais ampla sobre a ciência e as suas tecnologias no entendimento do papel da educação para enfrentar os desafios da sociedade moderna.

Assim, entendo que, para minha prática docente, trabalhar conteúdos escolares de Química por meio da abordagem da CTSA é uma das formas que permite o resgate e a construção do conhecimento por parte dos estudantes. O uso da abordagem CTSA permite explorar saberes já apropriados pelos estudantes ou vivenciados em suas realidades, proporcionando-lhes possibilidades de desenvolvimento de percepções, questionamentos e participações sociais de formas individuais ou coletivas. Entre os vários conteúdos escolares de

---

<sup>1</sup> O texto da apresentação pessoal foi redigido em primeira pessoa para que a leitura se torne mais fluida e os leitores se aproximem do autor.

Química trabalhados na Educação Básica, optei pelo objeto de conhecimento tabela periódica que, na maioria das vezes, é abordada de forma conceitual, por meio da memorização de elementos químicos e de seus símbolos, utilizada apenas como uma ferramenta desvinculada do cotidiano dos estudantes.

## 1.2 Apresentação da pesquisa realizada

Na disciplina de Química na Educação Básica, os estudantes se deparam com teorias, leis, modelos, conceitos e fenômenos – constructos científicos desenvolvidos ao longo da história da Química. Ao serem introduzidos nessa disciplina escolar, um dos primeiros constructos apresentado aos estudantes é o conceito de elemento químico, conhecimento estruturante da Química, representado por meio de símbolos.

A totalidade dos elementos químicos conhecidos, sejam eles naturais ou artificiais, faz parte de um sistema, no qual é possível observar grupos de elementos que possuem propriedades físicas e químicas semelhantes. Devido à observação de periodicidade nas propriedades físicas e químicas, à medida que o peso dos elementos químicos aumenta, esse sistema ficou conhecido como “sistema periódico”. Desde a década de 1860, vários registros gráficos do sistema periódico foram desenvolvidos, e o mais popular é denominado “tabela periódica”.

A tabela periódica é um dos vários constructos científicos ensinados na disciplina de Química. Enquanto conteúdo escolar, a tabela periódica é trabalhada, geralmente, como uma ferramenta de apoio para estudo de outros conteúdos escolares – por exemplo, as transformações químicas das substâncias e os cálculos de massa e quantidade de matéria relacionados.

A tabela periódica, na perspectiva apresentada acima, pode ser entendida como uma caixa-preta, tal como a analogia feita por Bruno Latour ao descrever os fatos científicos que são trabalhados sem questionamentos por praticantes da ciência. Nosso cotidiano está repleto de caixas-pretas; um exemplo é o smartphone, um artefato tecnológico amplamente utilizado por pessoas de diferentes idades e classes sociais, cuja ciência e tecnologia envolvidas, assim como as implicações na sociedade e no meio ambiente, são pouco ou nada conhecidas pelos usuários.

Levando em consideração que o entendimento da ciência e tecnologia envolvidas nos smartphones está relacionado com os elementos químicos, buscamos estudar o objeto de conhecimento tabela periódica por meio do entendimento das relações entre CTSA envolvidas com o artefato tecnológico smartphone.

Desse modo, buscando explorar essas relações entre CTSA e smartphone, é necessário estudar quais elementos químicos são utilizados para a produção das várias partes/componentes que compõem esse artefato tecnológico. Ao conhecer esses elementos químicos, é possível explorar outros aspectos, tais como os impactos socioambientais causados: (i) pela extração de minérios que serão beneficiados para obtenção dos diferentes elementos químicos utilizados para fabricação dos smartphones; (ii) pelo descarte inadequado de aparelhos (considerados) obsoletos.

No contexto apresentado, considerando a concepção de Bruno Latour<sup>2</sup> relacionada à proposição de caixas-pretas, a tabela periódica e os smartphones podem se constituir em uma estratégia de ensino com abordagem CTS/CTSA, que possibilite ao estudante compreender as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente. Esperamos, com essa aproximação, contribuir para que os estudantes compreendam que a ciência e a tecnologia são elementos da cultura e devem ser apropriadas para o efetivo exercício da cidadania e da sua responsabilidade com o meio ambiente em que vivem. Tal estratégia busca investigar situações significativas no processo ensino-aprendizagem do objeto de conhecimento tabela periódica.

Na qualidade do processo de ensino - que é planejado, materializado e avaliado pelo docente no cotidiano escolar - assume relevância no contexto educacional que almeja a construção de conhecimentos por parte dos estudantes de maneira contextualizada, interdisciplinar e autônoma (FREIRE; GUERRINI; DUTRA, 2016, p. 101).

No contexto dos programas de pós-graduação profissionais em ensino, essa preocupação se materializa com a elaboração, o desenvolvimento e a avaliação de produtos educacionais, de modo que “[...] se constitua em material que possa ser utilizado por outros profissionais” (MOREIRA, 2004, p. 134) que estejam envolvidos com o ensino em espaços formais e não formais. Para além dos referidos programas, pode-se entender que:

Os produtos educacionais, além de se constituírem em elementos que viabilizam a pesquisa na formação docente, são caracterizados como ferramentas pedagógicas, elaboradas pelos próprios profissionais em formação que comportam conhecimentos organizados objetivando viabilizar a prática pedagógica (FREIRE; GUERRINI; DUTRA, 2016, p. 102).

Os produtos educacionais podem ser categorizados em: (i) desenvolvimento de material didático e instrucional; (ii) desenvolvimento de produto; (iii) desenvolvimento de

---

<sup>2</sup> “A expressão caixa-preta é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar, é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai. [...] Ou seja, por mais controvertida que seja sua história, por mais complexo que seja seu funcionamento interno, por maior que seja a rede comercial ou acadêmica para a sua implementação, a única coisa que conta é o que se põe nela e o que dela se tira” (LATOUR, 2000, p. 14).

aplicativos; (iv) desenvolvimento de técnicas, tais como protótipos educacionais e materiais para atividades experimentais, equipamentos e materiais interativos como jogos, *kits* e similares; (v) cursos de curta duração e atividades de extensão; (vi) outros produtos, como produções artísticas (BRASIL, 2019). Entre os produtos educacionais indicados, destacamos a versatilidade dos produtos que fazem parte da primeira categoria, em especial as Sequências Didáticas (SDs), que podem ser “[...] compreendidas como planejamentos de ensino elaborados por etapas, que abordam temáticas que contemplam conteúdos de diversas disciplinas, considerando os aspectos pedagógicos relativos ao ensino e aprendizagem” (CAVALCANTI; RIBEIRO; BARRO, 2018, p. 860).

Assim, o reconhecimento e a identificação da presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA, pelos professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio, podem variar.

Alguns professores podem ter uma compreensão mais clara e profunda dos princípios da abordagem CTSA e serem capazes de identificar a presença desses parâmetros e propósitos educacionais em suas práticas de ensino de Química. Esses profissionais podem ter se capacitado em cursos de formação continuada ou em suas graduações para compreender e aplicar a abordagem CTSA em sua prática.

Por outro lado, outros professores podem não ter tido a oportunidade de se aprofundar nos princípios da abordagem CTSA e podem não identificar, de forma clara, a presença desses parâmetros e propósitos educacionais em suas práticas de ensino. Esses docentes podem ter um enfoque mais tradicional no ensino de Química, baseado em uma abordagem mais teórica e descontextualizada.

Dessa forma, a identificação da presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA pelos professores pode variar, de acordo com a formação, a experiência e as concepções pedagógicas de cada um.

Portanto, o objetivo geral do presente trabalho é avaliar, por meio da contribuição de professores de Química, o potencial didático de uma Sequência Didática, estruturada com base nos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTS proposta por Strieder e Kawamura (2017), desenvolvida para trabalhar o objeto de conhecimento tabela periódica. Os objetivos específicos são:

- ✓ Elaborar uma SD, estruturada com base nos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTS proposta por Strieder e Kawamura (2017), sobre o objeto de conhecimento tabela periódica;

- ✓ Analisar as percepções manifestadas por professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD;
- ✓ Analisar em que medida os professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio reconhecem/identificam a presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, mostramos o percurso acadêmico e o envolvimento com a disciplina de Química, os artefatos tecnológicos e a abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, além da apresentação da pesquisa realizada.

No segundo capítulo, expomos um breve histórico sobre o ensino de Ciências e de Química e uma revisão sobre teses e dissertações que utilizaram/produziram sequências didáticas, estruturadas com enfoque CTSA, sobre tabela periódica.

No terceiro capítulo, apresentamos os aspectos teóricos, tais como os parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTS reportados por Strieder e Kawamura (2017), e de que forma esses aspectos teóricos serviram como base para a elaboração da Sequência Didática intitulada “Quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?”.

No quarto capítulo, exibimos o contexto do desenvolvimento do estudo, o processo para a geração e os encaminhamentos para análise dos dados.

No quinto capítulo, trazemos as discussões e as considerações sobre a pesquisa, bem como sua contribuição para a área de ensino. Ainda nesse capítulo, promovemos uma breve apresentação do produto educacional que será encaminhado junto ao trabalho final (dissertação) para o repositório institucional da UTFPR.

Por fim, no sexto capítulo, realizamos as considerações finais sobre a pesquisa.

## 2 ABORDAGEM CTS/CTSA E ENSINO DE QUÍMICA

Neste capítulo, apresentamos uma breve revisão sobre a história do ensino de Ciências no Brasil; depois, focamos nosso olhar para a disciplina de Química, que é um dos componentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Para fundamentar nosso trabalho, analisamos os documentos curriculares Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e Referencial Curricular do Estado do Paraná (RCP) Ensino Médio, além de teses e dissertações defendidas no período de 2016 a 2022 e norteadas pela perspectiva das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, a respeito do objeto de conhecimento tabela periódica.

### 2.1 Ensino de Ciências da Natureza no Brasil

A educação pode ser considerada como um reflexo da sociedade, é influenciada pelo contexto histórico e pode sofrer alterações dependendo dos interesses da sociedade. Desse modo, para entender o ensino de Ciências no contexto atual, faz-se necessário, ainda que de forma breve, rever aspectos históricos do estabelecimento e desenvolvimento do ensino de Ciências no contexto brasileiro.

O ensino de Ciências era quase inexistente no fim do período colonial, mas, com a vinda da família real, surgiram algumas ações como a criação da Sociedade Científica do Lavradio (SILVA-BATISTA; MORAES, 2019).

[...] no entanto havia algumas iniciativas realizadas fora da escola, como: em 1772 a criação da Sociedade Científica do Lavradio; em 1821, a abertura para o público das exposições do Museu Real, sediado no Campo de Santana – inaugurado em 1818, hoje conhecido como Museu Nacional da UFRJ, localizado na Quinta da Boa Vista [...]; no mesmo período, palestras eram realizadas por cientistas para alguns membros da elite e até mesmo para D. Pedro II (SILVA-BATISTA; MORAES, 2019).

Segundo Bueno (2012), somente em 1837 o ensino de Ciências foi oficializado no contexto escolar, ao ser incluído no currículo do ensino secundário. Por muitos anos, o ensino de Ciências ficou restrito a experiências pontuais, como a do Colégio Pedro II (Rio de Janeiro); apenas durante a década de 1940 o ensino de Ciências teve uma ampliação no Brasil. Em 1946, por meio do Decreto Federal n. 9.355, foi instaurado o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC), na Universidade de São Paulo, cuja função, segundo Lorenz (2008), foi tornar o ensino de Ciências mais prático e atualizar os conteúdos dos livros didáticos de Ciências.

O ensino de Ciências desse período, segundo Lorenz (2008) e Silva-Batista e Moraes (2019), teve influência dos movimentos reformistas internacionais, principalmente dos Estados

Unidos e contou com grande apoio financeiro de fundos estrangeiros no IBCEC para desenvolver e divulgar o ensino de Ciências no país de maneira mais eficaz.

Na década de 1960, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN n. 4.024/61) ampliou a participação das disciplinas científicas no currículo escolar, as quais passaram a compor integralmente o curso colegial (atual Ensino Médio). De acordo com Silva-Batista e Moraes (2019), houve também substancial aumento da carga horária das disciplinas de Física, Química e Biologia, que passaram a ter a função de desenvolver o espírito crítico, com o exercício do método científico. Segundo essa lei, a finalidade da educação é “o preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos que lhes permitam utilizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio” (BRASIL, 1961). Esse objetivo está relacionado ao aumento da carga horária e à valorização das disciplinas científicas.

A década de 1970 foi marcada por um projeto nacional de governo que preconizava modernizar e desenvolver o país em um curto período. Assim, o ensino de Ciências era considerado, de acordo com Nascimento *et al.* (2010), como um importante componente na preparação de trabalhadores qualificados, conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus (LDB, Lei n. 5692/71). No entanto, ao mesmo tempo que a legislação valorizou as disciplinas científicas, na prática elas foram bastante prejudicadas pela criação de disciplinas que pretendiam possibilitar aos estudantes o ingresso no mundo do trabalho.

O período final dos anos 1970 e durante a década dos anos 1980 foi marcado por uma severa crise econômica e por diversos movimentos populares que passaram a exigir a redemocratização do país.

Nesse período houve grande preocupação em relação ao ensino e à aprendizagem dos conteúdos científicos, bem como ao desenvolvimento de habilidades científicas pelos estudantes, visto que o país necessitava enfrentar a “guerra tecnológica” travada pelas grandes potências econômicas. Preconizava-se uma urgente reformulação do sistema educacional brasileiro, de modo a garantir que as escolas oferecessem conhecimentos básicos aos cidadãos e colaborassem com a formação de uma elite intelectual que pudesse enfrentar - com maior possibilidade de êxito - os desafios impostos pelo desenvolvimento (NASCIMENTO *et al.*, 2010, p 230).

Pesquisas realizadas posteriormente demonstraram que não foram alcançados os resultados esperados, principalmente por não ter havido uma articulação entre essas propostas educativas e os processos de formação de professores (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

Na década de 1990, foi aprovada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Lei n. 9.394/96) e foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), documentos que orientam que as escolas têm o papel de formar estudantes capazes de exercer plenamente seus

direitos e deveres na sociedade. Segundo esses documentos, os conteúdos devem ser desenvolvidos de maneira interdisciplinar, com efetiva inclusão da abordagem CTS no currículo (BRASIL, 1996).

Segundo Siqueira e Moradillo (2017), apesar de o documento tentar caracterizar as especificidades de cada disciplina, a todo momento indica a necessidade de aprendizagem de forma interdisciplinar ou transdisciplinar, tal como indicado nos objetivos da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. De acordo com o documento:

[...] entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais; identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos; entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar; entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social; aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida [...] (BRASIL, 2000, p. 95-96).

Com relação às disciplinas científicas, esse documento orienta que as competências e habilidades a serem desenvolvidas são distribuídas em três dimensões: (i) *Representação e comunicação*, conjunto de competências e habilidades que visa desenvolver a capacidade de comunicação; (ii) *Investigação e compreensão*, conjunto de competências e habilidades com o objetivo de “desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções” e “desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender”; (iii) *Contextualização sociocultural*, conjunto de competências e habilidades com o intuito de “compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático” (BRASIL, 2000, p. 12-13).

Os PCNs sugerem que os conteúdos escolares sejam trabalhados de forma a possibilitar a construção de competências e habilidades por meio de temas que permitam a contextualização dos conhecimentos e a sua flexibilidade para, por exemplo, a resolução de situações-problema. Assim como ocorreu para as demais disciplinas científicas, por influência dos PCNs, observou-se uma intensa pesquisa acadêmica, fomentando uma educação contextualizada, com o intuito de contribuir para a formação cidadã, sendo as relações entre CTS muito valorizadas enquanto abordagem didática (PAZINATO; SOUZA; REGIANI, 2019; WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013; MARCONDES, 2008).

## 2.2 Ensino de Química por meio de abordagens CTS/CTSA

A Química, uma das disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tem como objeto de estudo, de acordo com o Referencial Curricular do Paraná (2021, p. 454), “a compreensão da composição, da propriedade e da transformação da matéria, bem como o conhecimento de diversas substâncias, além de compreender as relações dos avanços científicos, tecnológicos e suas implicações na sociedade”. Podemos observar que, para além de aspectos conceituais relacionados à interpretação de fenômenos, os conhecimentos químicos devem contribuir para que os estudantes desenvolvam uma compreensão do mundo em que vivem e para uma formação consciente e transformadora da sociedade.

Segundo Zanotto, Silveira e Sauer (2016, p. 728):

[...] o conhecimento químico é necessário para que o cidadão possa agir frente a múltiplos eventos do contexto em que se encontra inserido, podendo modificar seu entorno” e com isso permitir aos estudantes a possibilidade de interação e transformação do mundo por meio do conhecimento científico.

Apesar da importância do conhecimento químico para o desenvolvimento pleno da cidadania, a Química ainda é vista como uma ciência de difícil compreensão pela maioria dos estudantes. Um dos motivos que justifica esse pensamento “é a forma meramente propedêutica pela qual os conteúdos desta disciplina são ensinados aos alunos, de maneira descontextualizada e fragmentada, tornando-se distante de seu cotidiano” (BOUZON *et al.*, 2018, p. 215).

A estratégia de ensino propedêutica, tal como retratada na citação acima, vai em sentido contrário ao indicado nos PCNs e pouco contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades previstas na área das Ciências da Natureza, da Matemática e de suas Tecnologias. Nessa perspectiva de ensino, os conhecimentos relacionados à disciplina de Química costumam ser trabalhados apenas de forma conceitual, privilegiando a memorização, a repetição e a aplicação dos conceitos apresentados em exercícios fechados que, na maioria das vezes, não possuem relação com o cotidiano do estudante.

Para um ensino de Química mais próximo ao defendido em documentos curriculares norteadores, Rodrigues-Quadros (2019, p. 46) pontua a importância de um:

[...] ensino organizado em temas e não por conceitos, é fundamental compartilhar experiências que envolvam essa tendência, já que o entendimento de um tema de contexto exige a imersão nos conceitos científicos. Acreditamos que, com isso, os estudantes conseguem perceber a importância da Ciência e de seus conceitos para entender o mundo material.

Existem diversos caminhos para que o professor possa romper com o ensino puramente propedêutico e oportunizar situações pedagógicas que possibilitem o desenvolvimento dos seus estudantes na educação científica. Uma das alternativas é relacionar os conceitos dos componentes curriculares aos saberes informais, viabilizando sua utilização aos estudantes, por meio da interpretação de situações do dia a dia. Nessa perspectiva, segundo Zanotto, Silveira e Sauer (2016, p. 728), “uma das possibilidades de articulação dos saberes consiste em trabalhar a inclusão de temas sociais na construção de conceitos científicos, promovendo mudanças conceituais e, contribuindo para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)”. Vale ressaltar que muitos autores defendem o uso da abordagem CTSA para a promoção da ACT no ensino de Ciências (AULER; DELIZOICOV, 2001; SILVEIRA; FABRI, 2020).

Para Santos (2012), a abordagem CTS é aquela que apresenta, em sua essência, as inter-relações entre os três elementos da tríade – ciência, tecnologia e sociedade – e a convergência das finalidades entre o ensino de Ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania, no sentido da participação na sociedade. A abordagem CTS pode ser reconhecida como uma proposta educacional que fornece orientações para a alfabetização científica e tecnológica aos estudantes, “considerando a visão centrada na formação de atitudes, valores e instruções de comportamento em relação à intervenção da Ciência e da Tecnologia na Sociedade” (BOUZON *et al.*, 2018, p. 215).

Há uma multiplicidade de enfoques da educação CTS na educação científica, resultante de diferentes interpretações e encaminhamentos pedagógicos, em razão da complexidade de entendimento dos elementos da tríade CTS, bem como de suas relações que abarcam aspectos político, social, econômico, histórico, cultural, ambiental e ético, de acordo com Strieder e Kawamura (2017). Essas autoras consideram que o universo escolar, onde será trabalhada a proposta CTS, também confere diferentes oportunidades para a educação CTS promover a visão crítica dos estudantes. A visão crítica da educação CTS, segundo Santos (2012, p. 53), vai em direção oposta à perspectiva reducionista que “reproduz um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido, procurando desenvolver um novo modelo de desenvolvimento”.

O ensino de Química, na abordagem CTS/CTSA<sup>3</sup>, está diretamente relacionado à possibilidade de promover “a compreensão dos conteúdos, não com um fim em si mesmo, mas,

---

<sup>3</sup> No contexto do ensino de Ciências, encontramos duas denominações para caracterizar o campo que estuda as inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade: as perspectivas CTS e CTSA. Essa última, adjetivada

como um meio capaz de promover a formação crítica do indivíduo” (BOUZON *et al.*, 2018, p. 224). Para Santos (2012, p. 52), a promoção da visão ampliada possível, com o enfoque CTS, “busca a compreensão das interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade na perspectiva de problematização desses mitos e da compreensão da existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico”.

Diante de tantos avanços científicos e tecnológicos vivenciados nas últimas décadas, há a necessidade de que os professores de Química criem condições para oportunizar uma ACT, “desde a preparação da aula até a condução da mesma, a fim de se obter um clima tanto metodológico quanto afetivo que sejam positivos para os estudantes” (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016, p. 278).

Para a estruturação de propostas pedagógicas com abordagem CTS/CTSA, um dos recursos importantes é a utilização de abordagem temática (AULER, 2003), tendo em vista: (1) a busca da superação do modelo que se fundamenta na crença exagerada no poder da ciência, atribuindo-se a ela apenas a realização de situações benéficas (CHASSOT, 2000); (2) a superação das perspectivas salvacionista e redentora, atribuídas à ciência e tecnologia (AULER, 2003); e (3) a superação do determinismo tecnológico, o qual considera que o desenvolvimento social ocorre como consequência do desenvolvimento tecnológico, ou seja, que a inovação tecnológica se apresenta como o principal fator da mudança social (AULER, 2007).

Segundo Auler e Delizoicov (2001), há duas perspectivas da ACT, denominadas “reducionista” e “ampliada”. A reducionista desconsidera a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, tal como aquela que leva a uma concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia. Quanto a essa compreensão de neutralidade, os denominados mitos: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. A perspectiva ampliada busca a compreensão das interações entre CTS, associando o ensino de conceitos à problematização desses mitos.

Os documentos oficiais, tais como o Referencial Curricular do Paraná (PARANÁ, 2021) e a Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), pontuam que a abordagem dos conteúdos em um enfoque CTS/CTSA contribui para que os estudantes compreendam a dimensão social da ciência e da tecnologia, em relação às suas aplicações e aos seus impactos na sociedade contemporânea. Nesse sentido, alguns dos temas estruturadores do ensino de Química possuem uma forte relação com a abordagem CTS.

---

pela letra “A”, refere-se à "ambiente" e chama atenção para possibilidades significativas de integração com a Educação Ambiental.

Entre os temas estruturadores do ensino de Química, há alguns que são mais conceituais, que exploram os aspectos teóricos e práticos do conhecimento químico, tais como: reconhecimento e caracterização das transformações químicas; primeiros modelos de constituição da matéria; energia e transformação química; aspectos dinâmicos das transformações químicas; modelos quânticos; e propriedades químicas. Outros temas estruturadores, por outro lado, envolvem contextos mais amplos que os da produção do conhecimento químico: Química e atmosfera; Química e hidrosfera; Química e litosfera; Química e biosfera (BRASIL, 2010).

O bloco de temas estruturadores apresenta-se como um fio condutor para a sobrevivência do ser humano, sob a ótica do conhecimento químico (BRASIL, 2010, p. 94). O documento ressalta que “entender como o ser humano vem se utilizando e se apropriando do mundo natural exige o estabelecimento de relações entre os muitos campos do saber” (BRASIL, 2010, p. 94).

Segundo Santos e Schnetzler (1996), os conhecimentos químicos devem contribuir para a criação de uma leitura de mundo e para uma formação consciente e transformadora da sociedade, permitindo possibilidades de interação e mediação. De forma complementar, Moradillo (2010) pontua que a transformação do mundo, de forma crítica e consciente, faz-se por meio da apreensão e do uso do conhecimento científico, bem como da compreensão da Química, que faz parte das ciências cultural e historicamente construídas.

Entre os vários conteúdos escolares trabalhados na disciplina de Química, na Educação Básica, destacamos os elementos químicos e a tabela periódica, os quais são ensinados, geralmente, no 9º ano (Ensino Fundamental anos finais) e no 1º ano do Ensino Médio. Por serem constructos científicos abstratos e de difícil compreensão, várias pesquisas, no âmbito da Educação em Ciências, têm sido realizadas tomando como objeto de estudo o ensino dos conteúdos escolares: elementos químicos e tabela periódica. No intuito de contribuir com essa discussão, na seção seguinte, apresentamos uma revisão realizada em banco de dados de dissertações e teses.

### **2.3 A abordagem CTS/CTSA na formação inicial/continuada de professores de Química**

Os estudos do ciclo de vida profissional docente concebem essa carreira como um processo de socialização e incorporação na atividade profissional, que apresenta variações de acordo com o tempo e a função desempenhada. A vivência profissional docente, dessa forma, é marcada por acontecimentos que se tornam marcos na trajetória docente (HUBERMAN, 2000; CRUZ *et al.*, 2020). Huberman (2000) propôs uma classificação relativa ao ciclo de vida

profissional docente, o qual, considerando os anos de docência, apresenta algumas características de cada fase vivenciada ao longo do percurso profissional:

- Fase de entrada na carreira (1 a 3 anos de docência): é a fase de muitas descobertas, aprendizado e adaptação ao ambiente escolar e à rotina profissional. Durante essa fase, os professores iniciantes desenvolvem habilidades essenciais para o sucesso na carreira. É, ainda, uma fase desafiadora, na qual muitos professores, no início de carreira, enfrentam dificuldades. Para superar esses desafios, os professores tendem a buscar o apoio de colegas experientes ou por meio de desenvolvimento profissional, como a participação em cursos ou em grupos de estudos;
- Fase de estabilização (4 a 6 anos): é um período crítico para os professores; segundo Huberman (2000, p. 41), “[...] a escolha de uma identidade profissional constitui uma etapa decisiva no desenvolvimento e um contributo para uma mais forte afirmação do eu”, pois pode ser fácil desistir ou perder a motivação quando o progresso parece estar diminuindo. No entanto, é importante continuar praticando e se dedicando, porque é durante essa fase que os professores estão consolidando e aprimorando suas habilidades. Para superar a fase de estabilização, os docentes devem encontrar novas maneiras de se desafiar, estabelecer metas alcançáveis e continuar a aprender com os mentores ou com os professores experientes. É importante lembrar que a fase de estabilização é apenas uma parte do processo de aprendizagem e que a persistência e a dedicação são essenciais para alcançar a maestria em qualquer campo de estudo ou habilidade;
- Fase de diversificação (7 a 25 anos): é um período de consolidação e aprofundamento da carreira. Segundo Huberman (2000, p.42), “os professores, nesta fase das suas carreiras, seriam, assim, os mais motivados, os mais dinâmicos, os mais empenhados nas equipas pedagógicas [...]”, cujas características são resultantes da experiência e habilidade do professor em gerenciar a sala de aula. Os docentes dessa fase estão mais confortáveis com as práticas pedagógicas e começam a experimentar novas abordagens para ensinar e avaliar os alunos. Assim, diversificam a sua atuação profissional e se envolvem em projetos de pesquisa ou, ainda, buscam novas formas de atuação na área de ensino;
- Fase de serenidade (25 a 35 anos): durante essa fase, os professores já adquiriram uma certa estabilidade profissional e têm mais experiência em sala de aula. Segundo Huberman (2000, p. 44), “trata-se menos de uma fase distinta da progressão na carreira do que de um estado ‘de alma’ que se encontra nos estudos empíricos *efectuados* com

os professores [...]”. Observa-se, com certa frequência, que os professores dessa fase começam a sentir algum cansaço ou desgaste em relação ao trabalho, além de questionar se ainda possuem a mesma paixão pela educação que tinham no início de suas carreiras. Por isso, essa fase também pode ser desafiadora, uma vez que o professor pode sentir a pressão de manter sua prática atualizada e relevante;

- Fase de desinvestimento (mais de 35 anos de docência): é a última fase da carreira profissional docente, caracterizada como “o período dito de ‘serenidade’ *enceta* um processo de desinvestimento nos planos pessoal e institucional, um recuo face às ambições e aos ideais presentes à partida” (HUBERMAN, 2000, p. 46). Nessa fase, os professores podem sentir algum cansaço ou desgaste em relação ao trabalho. Eles são capazes de refletir se ainda possuem a mesma paixão pela educação que tinham no início de suas carreiras. Além disso, os docentes tendem a diminuir sua carga horária e o seu envolvimento com atividades acadêmicas. Apesar de ser considerada uma fase de “desinvestimento”, não significa que os professores perdem comprometimento com a profissão, porque eles ainda podem, por exemplo, contribuir com seus conhecimentos e experiências para as novas gerações de docentes.

Martins (2014), considerando o contexto de formação de professores portugueses, pontuou “[...] que existe uma grande diversidade de conceitos para educação CTS” e que, nos cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências, há unidades curriculares que apresentam evidências explícitas sobre a temática.

No contexto brasileiro, vários estudos relacionados à abordagem CTSA, na formação inicial e/ou continuada de professores, têm sido reportados na literatura, a exemplo de München (2019), Domiciano e Lorenzetti (2019), München e Adaime (2021), Egevardt *et al.* (2021) e Adams e Nunes (2023). Entre os autores citados, Domiciano e Lorenzetti (2019) caracterizam, por meio de pesquisa a partir do Banco de Teses e Dissertações da CAPES, a produção científica acadêmica sobre a educação CTS, com foco na formação inicial de professores. Os autores pontuam acerca das potencialidades da incorporação das discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, na formação de professores, que contribuem “[...] para uma percepção mais adequada de Ciência e Tecnologia, reflexão e criticidade dos docentes, melhoria da prática docente, estando socialmente comprometida com a formação integral dos alunos da Educação Básica” (DOMICIANO; LORENZETTI, 2019, p. 1).

München (2019) observou que os licenciandos de Química apresentaram um conhecimento incipiente sobre a abordagem CTS no ensino e visões simplistas da ciência e

tecnologia. Na mesma perspectiva, München e Adaime (2021) discutem a inserção da abordagem CTS, na formação inicial de professores de Química, como possibilidade de articulação dos conhecimentos químicos com questões sociais e tecnológicas nas práticas pedagógicas. As autoras avaliaram as potencialidades e limitações de SD elaboradas, por licenciandos em Química, com base na abordagem CTS. Os resultados indicam que as SD apresentam aspectos sociais e científicos de forma satisfatória e inter-relacionada e exploram assuntos controversos, problemáticos, contemporâneos e contextuais. No entanto, aspectos relacionados à tecnologia são pouco explorados. Com limitações, as autoras observaram a SD, com uma abordagem marcadamente conceitual e disciplinar e a ausência da discussão de questões tecnológicas. A partir desses resultados, as autoras pontuaram acerca da importância de espaços de discussão e reflexão da abordagem CTS na formação inicial de professores de Ciências e Química.

Egevardt *et al.* (2021) reportaram que, apesar das numerosas pesquisas desenvolvidas no contexto brasileiro, a presença da abordagem CTS no ensino de Ciências é ainda insuficiente. Um dos fatores associados a essa realidade é a deficiência na formação inicial e continuada de professores. Os autores alegam que, mesmo com a realização de discussões sobre as relações CTS, persistem os traços de uma concepção tradicional e fragmentária na Educação Química. Ao se analisar a formação inicial de professores de Química, entre as dificuldades relatadas pelos licenciandos, destacam-se a adequação da abordagem CTS ao planejamento de aula e a falta de aprofundamento crítico durante o desenvolvimento das aulas.

Segundo Adams e Nunes (2023), a abordagem de ensino CTS cria possibilidades para que o professor de Ciências, entre eles o de Química, desenvolva aulas críticas e contextualizadas. No entanto, para que o docente reconheça essas potencialidades, precisa as vivenciar em sua formação inicial e/ou continuada. Os autores destacam a necessidade da “vivência da abordagem de ensino CTS na formação inicial, de forma que os mesmos sejam sensibilizados e fiquem seguros para atuarem numa abordagem problematizadora e contextualizada do conhecimento científico” (ADAMS; NUNES, 2023, p. 41).

Em comum, os artigos selecionados defendem a inserção de discussões sobre as relações entre CTSA, durante a formação inicial de professores, e que as discussões acerca do uso dessa abordagem, no ensino de Ciências, devem-se manter durante a formação continuada do professor. Nesse sentido, acreditamos que a forma selecionada para validação do produto educacional, apresentação e avaliação, no contexto de um curso de extensão, além de cumprir com o papel de avaliação da SD, contribuiu para formação continuada dos docentes que participaram do curso.

## 2.4 Panorama de pesquisas sobre o objeto de conhecimento tabela periódica em teses e dissertações

Considerando a necessidade do delineamento de uma proposta para o ensino de Química, entendemos a razão de realizar uma busca, em bases de dados, relacionada com o ensino do objeto de conhecimento tabela periódica para o Ensino Médio, especialmente trabalhos que apresentassem Sequência Didática, produto educacional ou outra proposta didática. A pesquisa, que possui caráter exploratório, foi realizada nos meses de março a maio de 2022.

Para a realização dessa revisão, o estudo bibliográfico partiu dos questionamentos: (i) “a tabela periódica como objeto de conhecimento tem sido apresentada em pesquisas com vistas ao ensino de Química?”; (ii) “como se apresentam os trabalhos que relatam o desenvolvimento e a validação de SD, envolvendo a tabela periódica?”, (iii) “quais têm sido as estratégias para o ensino de tabela periódica?”; (iv) “existem pesquisas que relatam o desenvolvimento de SD envolvendo CTS para o Ensino Médio?”. Uma vez estabelecidos esses questionamentos, definimos o *corpus* da pesquisa bibliográfica a partir de duas bases de dados: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.

A BDTD<sup>4</sup>, concebida e mantida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), teve seu lançamento no final do ano de 2002. Trata-se de uma biblioteca digital, no modelo portal de busca, que tem como principal objetivo disseminar a produção científica nacional. As buscas na biblioteca se deram através do próprio mecanismo do *site*, em “Busca Avançada”, com os termos de busca (todos os campos: “tabela periódica” e resumo português: “ensino de química”) para o recorte temporal de 2016 a 2022. Foram localizadas 25 teses e dissertações. Em uma avaliação inicial dos títulos, foi observado que havia um repetido, resultando em 24 trabalhos para compor a análise.

O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, também reconhecido como “portal de Teses da Capes”<sup>5</sup>, é o sistema *on-line* oficial do governo brasileiro para depósito de teses e dissertações brasileiras, vinculado ao Ministério da Educação (MEC). A busca foi realizada utilizando os descritores “tabela periódica”, resultando em 109 trabalhos, que foram reduzidos a 42 após a utilização do filtro temporal (trabalhos defendidos entre 2016 e 2022).

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://bdtd.ibict.br>. Acesso em: 26 maio 2023.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br>. Acesso em: 26 maio 2023.

Com a realização das buscas, foram localizados 24 trabalhos no BTD e 42 no Catálogo Capes, cujos títulos e resumos foram lidos. Nesse processo, definimos que, neste estudo, seriam incluídas as dissertações/teses relacionadas ao ensino de Química para o Ensino Médio.

Como critérios de exclusão foram considerados a partir da leitura do título: (1º) os trabalhos que estavam apresentados nas duas bases; (2º) os que não apresentam um dos termos “tabela periódica”, “lei periódica” ou “classificação periódica”; e (3º) os trabalhos que não estavam relacionados com o desenvolvimento de materiais para o Ensino Médio (formação de professores e Ensino Fundamental). Após a leitura do resumo, foram excluídos os trabalhos que: (4º) não traziam “clareza” sobre a proposição de estudo da tabela periódica; e (5º) não mencionaram a produção de um material didático (Sequência Didática e produto educacional). Quando necessário, realizamos a leitura da introdução e do encaminhamento metodológico para verificar a presença/ausência de um conjunto de ações pedagógicas elaboradas e desenvolvidas que pudessem ser entendidas como material didático, Sequência Didática ou produto educacional relacionado ao desenvolvimento do objeto de estudo tabela periódica. O Quadro 1 apresenta o processo de seleção das teses/dissertações.

**Quadro 1 - Teses/dissertações localizadas com o critério de inclusão e seu processo de escolha**

Teses/dissertações	BDTD	Catálogo Capes
Total de teses/dissertações	24	42
Total de teses/dissertações nas duas bases	66	
Teses/dissertações presentes excluídas por duplicidade, quando avaliadas nas duas bases de dados (1º critério exclusão)	12	
Teses/dissertações selecionadas para busca pela leitura de título e resumo	54	
Teses/dissertações excluídas pela leitura do título (critério 2º + 3º)	18	
Teses/dissertações selecionadas para leitura do resumo	36	
Teses/dissertações excluídas pela leitura do resumo (critérios 4º + 5º)	20	
Teses/dissertações selecionadas	16	
Teses/dissertações excluídas após leitura da introdução e encaminhamento metodológico	04	
Total Teses/dissertações (Catálogo Teses e BDTD)	12	

**Fonte: Elaborado pelo autor (2023)**

No Quadro 2, apresentamos informações (título, objetivo da pesquisa e breve relato sobre a Sequência Didática) das 12 dissertações/teses selecionadas.

**Quadro 2 - Dissertações/teses, defendidas no período de 2016 a 2022, sobre o ensino de tabela periódica**

AUTOR(A)	TÍTULO	OBJETIVO DA PESQUISA	SEQUÊNCIA DIDÁTICA
COSTA (2016)	Abordagens lúdicas e digitais para o ensino da classificação periódica dos elementos químicos	Abordar diferentes metodologias de ensino, utilizando recursos midiáticos, no Ensino Médio, para ensinar o conteúdo de Química, tabela periódica e suas propriedades.	Composta de aulas expositivas, uso de mídias eletrônicas (vídeo e computadores), questionários escritos e entrevistas individuais e semiestruturadas. Além de aplicar, verificar, também, qual foi a melhor Sequência Didática e qual foi mais eficiente para a aprendizagem. Recursos utilizados: videodocumentário, um jogo digital chamado Xenubi e uma tabela periódica interativa.
TARGINO (2017)	Textos literários de divulgação científica na elaboração e aplicação de uma SD sobre a lei periódica dos elementos químicos	O objetivo desse trabalho é elaborar, aplicar e validar uma Sequência Didática (SD) para o ensino da lei periódica, a qual foi elaborada utilizando excertos de textos literários de divulgação científica, para, assim, verificar potencialidade e limitações dos TLDC em contextos de sala de aula de Química.	Foi desenvolvida e fundamentada no <b>Modelo Topológico de Ensino</b> e avaliada mediante o processo de elaboração, aplicação e reelaboração. O resultado da aplicação foi avaliado, principalmente, de acordo com interações discursivas observadas nos registros audiovisuais das aulas, nos quais foram caracterizados os episódios de ensino em que ocorreram as retextualizações dos TLDCs.
CUNHA (2019)	A dimensão pedagógica da tabela periódica no ensino de conceitos químicos	Refletir sobre como contribuir para uma aprendizagem relevante da tabela periódica no ensino de Química.	Foi elaborada e desenvolvida uma <b>proposta didático-pedagógica</b> que promova, a partir de uma linguagem fluida, uma interlocução com os leitores (estudantes do Ensino Médio), de modo que eles possam explorar os conceitos químicos que versam o conteúdo da tabela periódica.
LEMOS (2019)	Nutriquim: Um Jogo Didático que Articula Tabela Periódica, Nutrição e Saúde	Avaliar o conteúdo da tabela periódica e o articular com a nutrição e a saúde, através de um recurso didático intitulado “Nutriquim”.	Nutriquim é um <b>jogo de tabuleiro</b> que busca associar o conteúdo sobre a tabela periódica e os biológicos, para o entendimento sobre a manutenção da saúde do homem, permitindo a construção desses conhecimentos durante as jogadas.

**Quadro 2 - Dissertações/teses, defendidas no período de 2016 a 2022, sobre o ensino de tabela periódica (continuação)**

AUTOR(A)	TÍTULO	OBJETIVO DA PESQUISA	SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)
NUNES (2019)	O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino-aprendizagem da tabela periódica	Investigar o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no processo de ensino-aprendizagem da tabela periódica.	Denominada “sequência de aprendizagem”, foi estruturada com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968) e nas abordagens construtivistas de Zabala (1988). A SD foi aplicada com o uso das TICs para o ensino e a aprendizagem da tabela periódica.
RODRIGUES (2019)	O uso da TICs como estratégia para promover o conhecimento em tabela periódica	Favorecer o processo de ensino-aprendizagem no conteúdo tabela periódica, por meio de uma sequência de atividades apoiadas em jogos educativos digitais.	Desenvolvida com uma <b>sequência de atividades</b> , por meio de aulas expositivas e do uso de mídias educacionais eletrônicas, em celulares/computadores, e de questionários contendo perguntas abertas e fechadas aplicadas ao tema.
SILVA (2019)	Análise e Uso de Aplicativos Móveis no Processo Ensino-Aprendizagem da Tabela Periódica	Promover o ensino do conteúdo tabela periódica, por meio do uso de aplicativos móveis, no 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual de Jequié. Ensino-aprendizagem.	Composta de momentos de atividades, iniciando com a diagnóstica e a de pesquisa; seguida por atividades com o uso de aplicativos móveis (segundo, terceiro e quarto momentos) sendo utilizados aplicativos: Tabela Periódica Educalabs, Google Sala de Aula, Google Drive e WhatsApp. Quinto momento realizado atividade avaliativa.
TORRES (2019)	O universo na tabela periódica: uma Sequência Didática interdisciplinar entre Química e Astronomia	Identificar o processo de construção do conhecimento [...] e desenvolvimento de competências e habilidades apontadas na BNCC, relacionando os elementos químicos da tabela periódica com a origem dos elementos na formação de estrelas.	Foi elaborada uma <b>SD</b> sobre os elementos da tabela periódica, a partir da composição das estrelas; foi analisada a aplicação da SD e discutida sua adesão; foram propostas melhorias do material e das aulas, para que esse possa ser utilizado por outros professores.
PINHO (2020)	O uso de Palavras Cruzadas e da leitura na contextualização do conteúdo de Tabela Periódica e de Sais Minerais na alimentação	Analisar uma intervenção didática para o ensino do conteúdo tabela periódica, por meio da utilização da palavra cruzada como atividade revisional.	Considerando a importância da contextualização, foi desenvolvido <b>um conjunto de atividades</b> , empregando palavras cruzadas, leitura de textos sobre sais minerais e sua relação com o universo de conhecimento dos estudantes.
JESUS (2020)	O ensino de tabela periódica por contextualização: Uma Sequência Didática com alunos da 1ª série do ensino médio	Contribuir para que o ensino aprendizagem de tabela periódica tenha significado para o aluno, por meio da contextualização, tendo em vista a alfabetização científica e o exercício da cidadania.	Preparada com o uso de propostas de metodologias ativas nas aulas, sendo executada em cinco etapas, desenvolvidas com atividades como leitura compartilhada de textos, confecção de paródias, jogos, estruturas, peça teatral, pintura na parede da escola e elaboração do dicionário dos elementos químicos.

**Quadro 2 - Dissertações/teses, defendidas no período de 2016 a 2022, sobre ensino de tabela periódica (conclusão)**

AUTOR(A)	TÍTULO	OBJETIVO DA PESQUISA	SEQUÊNCIA DIDÁTICA
KAPELINSKI I (2020)	Contextualização no ensino de química: estudando a tabela periódica e os elementos metálicos através de uma Sequência Didática com a temática alimentação	Investigar as contribuições de uma Sequência Didática sobre o conteúdo tabela periódica, para o ensino de química, utilizando a temática alimentação.	Foi desenvolvida, no primeiro momento, verificando o conhecimento prévio dos estudantes; no segundo momento, foram propiciadas discussões entre os alunos, mediadas pelo professor; e, no terceiro momento, houve a aplicação de um questionário final e as produções textuais dos alunos.
SILVA (2020)	Ensino de química: jogando cartas com os elementos químicos e a tabela periódica	Criar um jogo de cartas sobre temas da tabela periódica e o aplicar a estudantes do 1º ano do Ensino Médio de duas escolas públicas do estado do Rio Grande do Sul, com o intuito de reforçar o aprendizado de um conteúdo já discutido em aula.	A etapa I foi realizada com um pré-teste, composto de 10 questões; a etapa II consistiu na aplicação de um jogo de cartas denominado “Quem sou eu científico?”; na etapa III, foram propostas 15 perguntas relacionadas ao jogo e ao conhecimento científico sobre a tabela periódica.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Os 12 trabalhos selecionados são dissertações de mestrado, sendo que: seis dissertações (CUNHA, 2019; RODRIGUES, 2019; SILVA, 2019; JESUS, 2020; KAPELINSKI, 2020) foram desenvolvidas em programas de mestrado profissional em Química em Rede Nacional; cinco dissertações foram desenvolvidas em programas de mestrado acadêmico (COSTA, 2016; TARGINO, 2017; NUNES, 2019; SILVA 2020; TORRES, 2019); e a dissertação de Lemos (2019) foi desenvolvida em um programa de mestrado profissional do Ensino de Ciências da Natureza.

Todos os trabalhos estão relacionados à tabela periódica, que era uma das condições de inclusão, sendo possível verificar que, no entendimento dos autores, a tabela periódica é um tema, um assunto, uma parte do conteúdo da Química considerado como desafiador; especialmente, com base nesse argumento, foram propostas alternativas para o ensino de tabela periódica. Os objetivos dos estudos estiveram relacionados: às diferentes metodologias e ao uso de recursos midiáticos (COSTA, 2016); ao uso de TICs, para promover o conhecimento de tabela periódica (NUNES, 2019; SILVA, 2019); à utilização de jogos, para desenvolver o conhecimento (RODRIGUES, 2019); e ao uso de palavras cruzadas (PINHO, 2020), jogos de carta (SILVA, 2020), textos literários de divulgação científica (TARGINO, 2017), além de vídeos e textos (JESUS, 2020). Alguns estudos apresentaram como objetivo a articulação de

conhecimentos da tabela periódica com a alimentação, nutrição e saúde (KAPELINSKI, 2020; LEMOS, 2019), bem como com a astronomia (TORRES, 2019). Já Cunha (2019) elencou como objetivo a busca da aprendizagem de conceitos relacionados à tabela periódica, por meio do desenvolvimento de um objeto educacional, no formato de *e-book*, que alia informações históricas às conceituais.

Quanto à proposta de ensino, foi possível observar que os trabalhos de Costa (2016), Targino (2017), Silva (2019) e Torres (2019) apresentam o recurso didático, denominando-o de “Sequência Didática”, enquanto Rodrigues (2019) e Pinho (2020) a consideram como sendo uma sequência de atividades e/ou conjunto de atividades. Nunes (2019) apresenta a proposição de uma sequência de aprendizagem com fundamentação nas teorias do psicólogo da educação estadunidense David Paul Ausubel (1918-2008) e do educador espanhol Antoni Zabala. Cunha (2019) apresenta, em sua pesquisa, o desenvolvimento de um produto educacional, na forma de um *e-book*, propondo caminhos (temas e estratégias para discussões), com o intuito de superar as dificuldades pedagógicas. Kapelinski (2020) apresentou uma proposta de SD contextualizada, a partir da temática alimentação, empregando a abordagem temática freireana. Lemos (2019) sugeriu como alternativa pedagógica um jogo de tabuleiro (Nutriquim), com a vantagem de propiciar sessões de *feedback* sobre o assunto ministrado, proporcionando ao professor verificar possíveis dúvidas e erros conceituais, para retomar o assunto e solucionar as dificuldades de aprendizagem. Jesus (2020), por fim, realizou uma proposta de ensino, considerando a perspectiva, nas aulas de tabela periódica, de modo a contribuir para que os educandos pudessem fazer a conexão do conteúdo que estavam estudando com várias situações do cotidiano nas quais os elementos químicos estão presentes.

Rodrigues (2019) relatou o uso de recursos digitais como proposta pedagógica, justificando sua importância para construir o conhecimento dos participantes, de forma interativa, bem como para promover o desenvolvimento de habilidades e raciocínio. De acordo com o autor, os jogos educativos permitiram trabalhar diversas atividades e contextualizar os conhecimentos sobre tabela periódica, contribuindo com a aprendizagem dos alunos e ampliando a socialização com colegas e o relacionamento com o professor. Quanto ao incentivo à aprendizagem, os jogos digitais, mesmo não sendo entendidos como a solução única e definitiva dos problemas da educação, servem como excelentes alternativas para ensinar e aprender.

Para Costa (2016), o jogo educativo possui a função lúdica e a função educativa e, nesse sentido, considera que a função lúdica aproxima os alunos dos recursos de aprendizagem, enquanto a educativa permite ampliar o conhecimento. Assim, o jogo educativo ajuda no

estreitamento da relação aluno-professor, podendo facilitar o processo de inclusão. A pesquisa mostrou que, mesmo diante de tantas dificuldades, o uso das tecnologias em sala de aula contribui muito no desenvolvimento do aluno, na socialização e em uma situação em que até as aulas ficam menos monótonas, o que permite a aproximação com os conteúdos, tornando a Química mais interessante para os alunos.

Silva (2019) destacou que, na sua proposta, o uso de smartphones e de aplicativos teve, inicialmente, a função de despertar o interesse dos estudantes pela disciplina de Química. Entendendo que a motivação é crucial para a aprendizagem, geralmente todos têm um objetivo a ser alcançado, mas nem sempre, no percurso, a autoestima e motivação estão elevadas. De acordo com o autor, a avaliação dos estudantes permitiu evidenciar que eles gostariam de ter mais aulas com aplicativos, que esse método os ajudou a compreender melhor a disciplina, que o uso de aplicativos os auxiliou no desempenho escolar, que sentiram mais confiança ao usar esses recursos tecnológicos e que acharam praticidade ao manusear as atividades pelo celular.

Kapelinski (2020) apresentou uma proposta direcionada ao estudo da tabela periódica, contextualizada a partir da temática alimentação. O autor justificou a escolha da proposta pela importância do conteúdo tabela periódica para o ensino de Química, bem como pela relevância da temática alimentação para nosso cotidiano. A SD desenvolvida foi inspirada na abordagem temática freireana, que enfatiza que os conceitos científicos tenham significado para os alunos, cabendo ao professor ser agente de diálogo e problematização para a formação de sujeitos críticos.

A SD desenvolvida por Pinho (2020) foi fundamentada no trabalho de Ausubel, com os princípios da aprendizagem significativa. Nesse sentido, a autora esclarece que teve como intenção utilizar atividades lúdicas, uma vez que, para ocorrer a aprendizagem significativa, o estudante tem que estar predisposto a aprender. Levando isso em consideração, a aplicação de atividades lúdicas, em sala de aula, pode ser uma ferramenta poderosa.

Silva (2020) apresentou uma estratégia de ensino em três etapas, sendo que, na etapa I da pesquisa, foi aplicado um pré-teste composto de 10 questões. A etapa II consistiu na aplicação de jogo de cartas denominado “Quem sou eu científico?”. Na etapa III, foi aplicado um pós-teste, que continha questões relacionadas aos assuntos trabalhados no jogo de cartas, incluindo a satisfação e o conhecimento dos discentes após participarem desse trabalho. Além disso (SILVA, 2019; KAPELINSKI, 2020), foi realizado o desenvolvimento de atividades diagnósticas, seguidas do desenvolvimento da proposta de intervenção, empregando recursos metodológicos, e da posterior avaliação do processo.

Nos trabalhos selecionados, foi possível constatar o reconhecimento dos autores quanto à importância da tabela periódica para a Química e da complexidade de seu ensino para estudantes do Ensino Médio. Por exemplo, Jesus (2020) apresentou como justificativa a necessidade do ensino da tabela periódica, tendo em vista a alfabetização científica e o exercício da cidadania.

A tabela periódica pode ser entendida como um objeto de estudo e como um instrumento de conhecimento dos elementos químicos. Na função de um instrumento de conhecimento, a tabela periódica tem o potencial de traduzir a dimensão simbólica e representacional da Química, mas, para que isso ocorra, é necessário que os estudantes se aproximem e interajam com ela.

Também foi observado que, embora a maioria dos trabalhos apresentasse os desafios do ensino da tabela periódica e as alternativas para o ensino-aprendizagem desse objeto de conhecimento, há uma lacuna quanto à apresentação de uma Sequência Didática, com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. No sentido de proporcionar esse processo de aproximação, foram discutidas alternativas para a produção de recursos didáticos e foi definido realizar estudos com relação à perspectiva da abordagem CTS/CTSA e à utilização de artefatos tecnológicos, como o smartphone.

## **2.5 Documentos norteadores para o Ensino Médio: um olhar para as relações CTS/CTSA e o objeto de conhecimento tabela periódica**

Nesta seção, apresentamos alguns pressupostos e documentos norteadores do Ensino Médio que culminaram na atual Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Resolução CNE/CEB n. 3/2018). Buscamos observar como os aspectos norteadores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias são indicados na BNCC e no Referencial Curricular do Estado do Paraná para o Ensino Médio.

### **2.5.1 Novo Ensino Médio: pressupostos e documentos curriculares**

Nesta seção, apresentaremos algumas considerações sobre o Novo Ensino Médio (NEM), tais como a sua nova estruturação, os marcos legais que se destacaram no Ensino Médio e as competências gerais da Educação Básica, a saber: a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os itinerários formativos e, ainda, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O Brasil passa por várias alterações institucionais, e uma das mais importantes é a reforma do Ensino Médio, proposta pela Lei n. 13.415/2017 e que está sendo implantada a partir de 2022, sob a responsabilidade dos sistemas estaduais de educação. A denominada “Lei do

Novo Ensino Médio” vem com a proposição de nova perspectiva organizacional curricular, conciliando com os entendimentos da sociedade atual, envolvida em meios a reflexões sociais e avanços tecnológicos, com as aspirações dos jovens estudantes. Nesse contexto, a implementação de políticas públicas para incentivar a melhoria da Educação Básica não é tarefa fácil em um país com um significativo déficit educacional – que esbarra em desigualdades sociais, as quais, cada vez mais, estão sendo ampliadas – e com a reconhecida necessidade de atrair e manter os estudantes nos sistemas de ensino.

As discussões em torno das propostas que dão sustentabilidade ao Novo Ensino Médio já vêm de muito tempo e, embora não tenham sido satisfatoriamente dialogadas com os vários segmentos da sociedade envolvidos nas mudanças, mantêm os fundamentos educacionais e se apoiam na legislação e em documentos que norteiam a Educação no Brasil (Quadro 3).

**Quadro 3 - Cronologia dos marcos legais do Ensino Médio desde 1988**

<b>Ano</b>	<b>Marcos Legais</b>	<b>Artigos selecionados</b>
1988	Constituição Federal	Artigo 205: A educação deve visar o pleno desenvolvimento da pessoa e seu preparo para o exercício da cidadania. Artigo 206: Deve haver igualdade de acesso e permanência na escola, com liberdade para aprender, ensinar e se expressar. Artigo 214: O Plano Nacional de Educação deve promover a formação para o trabalho e a formação humanística do país.
1996	Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei n. 9.394)	Artigo 35: O Ensino Médio tem como finalidade o desenvolvimento humano, técnico, ético, cognitivo e social dos estudantes.
2014	Plano Nacional de Educação (Lei n. 13.005/2014, corresponde ao decênio 2014 - 2024)	Meta 3: Universalização progressiva do atendimento escolar de jovens de 15 a 17 anos, além da renovação do Ensino Médio, com abordagens interdisciplinares e currículos flexíveis. Meta 6: Ampliação da oferta da educação de tempo integral, com estratégias para o aumento da carga horária e para a adoção de medidas que otimizem o tempo de permanência do estudante na escola.
2017	Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Alterado pela Lei n. 13.415/17)	Artigo 24, § 1º: A carga horária mínima anual deverá ser ampliada de forma progressiva, no Ensino Médio, para 1.400 horas, devendo os sistemas de ensino oferecer, no prazo máximo de cinco anos, pelo menos 1.000 horas anuais de carga horária. Art. 36. O currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino.

2018	Diretrizes Nacionais Curriculares para o Ensino Médio (Resolução CNE/CEB n. 3/2018)	<p>Artigo 10: Os currículos do Ensino Médio são compostos por formação geral básica e itinerário formativo, indissociavelmente.</p> <p>Artigo 11: A formação geral básica é composta por competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e articuladas como um todo indissociável, enriquecidas pelo contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural local, do mundo do trabalho e a prática social, e deverá ser organizada por áreas de conhecimento.</p> <p>Artigo 12, § 5º: Os itinerários formativos podem ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, dada a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino.</p> <p>Artigo 12, § 11: As instituições ou redes de ensino devem orientar os estudantes no processo de escolha do seu itinerário formativo.</p>
------	---	--

**Fonte: adaptado do Guia de Implementação do Novo Ensino Médio (BRASIL, 2018a, p. 7)**

De acordo com o Guia de Implementação do Novo Ensino Médio (BRASIL, 2018a), as alterações pelas quais o Ensino Médio passará ocorrerão para que todos os jovens tenham direitos iguais de aprendizagens e levará em consideração:

- a) Os currículos flexíveis em concomitância com a Base Nacional Comum Curricular;
- b) A base geral comum do currículo estará referenciada na BNCC, e os itinerários formativos ficarão a critério de cada escola ou rede, conforme as suas possibilidades, a preferência dos estudantes e o protagonismo juvenil;
- c) A oportunidade de educação profissional ou técnica articulada ao Ensino Médio regular para os estudantes ou, ainda, a possibilidade de escolha de um itinerário formativo, em uma das áreas do conhecimento, que pode ser complementado com formação inicial e formação continuada;
- d) Ampliação da carga horária de 2.400 para 3.000 horas, das quais 1.800 contemplarão a formação geral básica, conforme BNCC, e 1.200 serão para o desenvolvimento dos itinerários formativos, tendo as escolas prazo até março de 2022 para se adequarem a essa nova carga horária.

No Novo Ensino Médio, as habilidades e competências são definidas para as quatro áreas do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), as quais contemplam todos os componentes curriculares e as suas aprendizagens essenciais, bem como aquelas relativas aos itinerários formativos.

Ainda, conforme a BNCC, orienta-se que as escolas e redes devem organizar os currículos, de forma a integrar os trabalhos dos componentes de uma mesma área do conhecimento. Matemática e Língua Portuguesa serão trabalhadas, obrigatoriamente, nos três

anos do Ensino Médio, sendo, portanto, os únicos componentes curriculares com habilidades específicas (BRASIL, 2018).

Os itinerários formativos<sup>6</sup> poderão ser escolhidos de acordo com o interesse de cada estudante, podendo ser entendidos como um conjunto de unidades curriculares, com atividades educacionais que oportunizam ao aluno aprofundar os conhecimentos e prosseguir nos estudos ou no mercado de trabalho (BRASIL, 2018). Ainda, segundo a BNCC, os itinerários poderão ser organizados por áreas do conhecimento e da formação técnica e profissional ou, também, estimular competências e habilidades de áreas distintas ou da formação técnica e profissional em se tratando de itinerários integrados.

Além dos componentes curriculares tradicionais, o Novo Ensino Médio indica as unidades curriculares que apresentam carga horária predefinida e tem por finalidade o desenvolvimento de competências específicas da formação geral básica ou dos itinerários formativos. De acordo com o parágrafo 2º do artigo 12 das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), os itinerários formativos devem estar contemplados dentro dos eixos estruturantes: investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural e empreendedorismo.

O conjunto dessas aprendizagens (formação geral básica e itinerário formativo) deve atender às finalidades do Ensino Médio e às demandas de qualidade de formação na contemporaneidade, bem como às expectativas presentes e futuras das juventudes. Além disso, deve garantir um diálogo constante com as realidades locais – que são diversas no imenso território brasileiro e estão em permanente transformação social, cultural, política, econômica e tecnológica –, como também com os cenários nacional e internacional (BRASIL, 2018, p. 479).

Como destacado nesses documentos norteadores, essas aprendizagens “devem assegurar aos estudantes a capacidade de acompanhar e participar dos debates que a cidadania exige, entendendo e questionando os argumentos que apoiam as diferentes posições” (BRASIL, 2018, p. 479). Nesse sentido, são de suma importância a organização dos currículos e a sua flexibilização, de acordo com as diferentes conjunturas de cada rede ou estabelecimento de ensino, para que, dessa forma, possa-se permitir maior integração entre os componentes curriculares e a realidade dos estudantes.

Para entender como o conhecimento químico está presente nesse novo documento norteador, faz-se necessário que seja levado em consideração o que apresenta a BNCC em relação ao ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

---

<sup>6</sup> Itinerários formativos constam na BNCC Ensino Médio como sendo um conjunto de unidades curriculares ofertado pelas escolas que possibilitam aos estudantes, além de uma flexibilidade do currículo, o aprofundamento de seus conhecimentos (BRASIL, 2018).

### 2.5.2 A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com a BNCC

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias considera como competências e habilidades principais as aprendizagens desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental e dá continuidade, dentro das conformidades do Ensino Médio, propondo como temáticas matéria e energia, vida e evolução e Terra e Universo.

As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação. Propõe-se que os estudantes do Ensino Médio ampliem tais procedimentos, introduzidos no Ensino Fundamental, explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema (BRASIL, 2018, p. 479).

As competências gerais da Educação Básica e da área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental devem estar articuladas com a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, de maneira que, aos estudantes dessa última etapa, seja dada a oportunidade de desenvolver competências específicas e habilidades a serem alcançadas. São previstas três competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio:

- ✓ **Competência 1.** 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;
- ✓ **Competência 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;
- ✓ **Competência 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, por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Apesar de a BNCC ser o documento orientador da Educação Básica Nacional, delega aos estados da Federação a autonomia para realizar adaptações necessárias para adequar a realidade dos estudantes, reconhecendo os contextos histórico e cultural em que vivem. Dessa forma, na seção seguinte, focaremos o nosso olhar para o Referencial Curricular do Estado do Paraná (RCP)<sup>7</sup>, a fim de verificar as orientações, para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, feitas pela Secretaria de Estado da Educação e do Esporte (SEED-PR), aos professores em exercício na rede estadual de ensino.

### 2.5.3 A componente curricular Química, segundo o Referencial Curricular do Estado do Paraná – Ensino Médio

No documento Referencial Curricular do Estado do Paraná (2021), a área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT):

[...] é formada pelos componentes curriculares Biologia, Física e Química, os quais apresentam, em comum, a abordagem do contexto histórico, a compreensão da construção humana do conhecimento científico, a relação entre o conhecimento científico-tecnológico, a vida social e produtiva. Apesar da coexistência destes componentes curriculares em uma mesma área do conhecimento, há especificidades de saberes que permanecem contínuas e que contextualizam de maneira efetiva com os conhecimentos do mundo produtivo e com as exigências do mercado de trabalho da era pós-industrial (PARANÁ, 2021, p. 385).

Segundo esse referencial, a Química, enquanto um dos componentes curriculares da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tem como objeto de estudo “[...] a compreensão da composição, da propriedade e da transformação da matéria, bem como o conhecimento de diversas substâncias” (PARANÁ, 2021, p. 454). Enquanto objetivo do componente curricular Química, o referencial destaca que:

[...] o conhecimento químico pode ser um instrumento para a formação social, fonte de ampliação do conhecimento humano, tecnológico e possibilidade de desenvolvimento da autonomia no desempenho da cidadania. Por meio do desenvolvimento do pensamento científico, é possível interpretar o mundo e modificar a realidade, uma vez que a Química apresenta conceitos, métodos e linguagens próprias e está relacionada à construção histórica, aos avanços tecnológicos e aos muitos aspectos da vida em sociedade (PARANÁ, 2021, p. 455).

O componente curricular Química, no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná, está organizado em cinco Unidades Temáticas (UT). Cada UT está relacionada aos objetos de conhecimento e aos conteúdos básicos de que o estudante necessita se apropriar,

---

<sup>7</sup>Esse referencial foi escolhido por ser produzido no contexto de atuação do mestrando e dos professores orientadores desta dissertação.

assim como as habilidades a serem desenvolvidas durante o ciclo dentro do Novo Ensino Médio.

Na *unidade temática 01 (Materiais e suas propriedades)*, relacionada aos objetos de conhecimento constituição da matéria, modelos atômicos e radioatividade:

[...] são trabalhados conceitos de matéria, suas propriedades e transformações físicas e químicas, conhecimentos que possibilitem a compreensão da importância das propriedades das substâncias, priorizando elementos que constituem as principais tecnologias e produtos, bem como seus desdobramentos sociais, culturais, econômicos e ambientais que influenciam o comportamento dos indivíduos da sociedade atual (PARANÁ, 2021, p. 460).

Na *unidade temática 02 (Química dos minerais)*, relativa aos objetos de conhecimento tabela periódica, ligações químicas e funções químicas inorgânicas:

[...] são estudados conceitos que abordam a organização dos elementos químicos e suas propriedades periódica; as ligações químicas que possibilitam a formação de substâncias químicas e materiais; as propriedades das principais substâncias inorgânicas, considerando suas características químicas e os aspectos socioeconômicos e ambientais (PARANÁ, 2021, p. 464).

Na *unidade temática 03 (Transformações químicas)*, referente aos objetos de conhecimento grandezas químicas, cálculos químicos, reações químicas e eletroquímica:

[...] são abordadas as interações entre matéria e energia são responsáveis pelas modificações da forma ou natureza da matéria, a partir da energia química, traçando relações com o armazenamento, a sustentabilidade e as intervenções no Meio Ambiente e na saúde dos seres vivos, decorrentes do descarte inadequado de pilhas, baterias e demais equipamentos eletrônicos (PARANÁ, 2021, p. 467).

Na *unidade temática 04 (Química e meio ambiente)*, associada aos objetos de conhecimento estudo das soluções, termoquímica, cinética química e equilíbrio químico:

[...] são estudadas as transformações químicas e seus aspectos energéticos e cinéticos a respeito da produção e o consumo de energia nas reações químicas, desde os fundamentos conceituais até os aspectos sociais associados ao consumo de energia nas produções de novos materiais. Desta forma, é possível que o estudante compreenda a importância e o controle da dinâmica das transformações químicas nos processos naturais (PARANÁ, 2021, p. 470).

Por fim, na *unidade temática 05 (Química e tecnologia)*, relacionada aos objetos de conhecimento funções químicas orgânicas:

[...] são estudados os compostos químicos naturais, bem como aqueles produzidos sinteticamente, considerando as relações ambientais da produção de materiais importantes para a economia, como fármacos, indústria petroquímica, combustíveis de matéria prima renovável, alimentos, indústria automobilística, indústria têxtil, entre

outros, e suas relações diretas com a tecnologia e a sociedade (PARANÁ, 2021, p. 473).

Notamos que esse modelo de divisão de objetos de conhecimento da Química por unidades temáticas apresenta falhas. Por exemplo, a unidade temática 5 está relacionada apenas a objetos de conhecimentos da área de Química Orgânica, passando a ideia de que apenas compostos orgânicos são de interesse industrial e utilizados em tecnologias atuais. Essa mesma unidade temática, ao explorar as tecnologias envolvidas em artefatos tecnológicos, como smartphones, poderia contribuir para trabalhar o objeto de conhecimento tabela periódica, funções químicas inorgânicas ou eletroquímica.

Podemos observar, com base no exposto no Referencial Curricular do Ensino Médio do Estado do Paraná, que o objeto de conhecimento tabela periódica assume uma importância fundamental no ensino da disciplina de Química. Esse objeto de conhecimento é indicado ou está relacionado: às UTs 01 e 02, no estudo sobre os elementos químicos que dão origem às substâncias químicas; à UTC 03, ao estudar as relações ambientais das intervenções no meio ambiente e na saúde dos seres vivos, através da compreensão do significado dos elementos químicos que a compõem; à UT 04, ao estudar a produção e o consumo de energia através de representações das reações químicas; à UT 05, visando compreender as propriedades periódicas dos elementos químicos utilizados na produção de materiais importantes, tais como fármacos, indústria petroquímica etc.

#### 2.5.4 Fundamentos teórico-metodológicos da componente curricular Química, segundo o Referencial Curricular do Estado do Paraná – Ensino Médio

O Referencial Curricular do Paraná, ao descrever o propósito das disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, traz o entendimento dos autores Santos e Mortimer (2002):

[...] a ciência tem como propósito o estudo da natureza por meio da observação, da pesquisa e da investigação de fenômenos, a fim de sistematizar, entender e interpretar o mundo. Onde o conhecimento da ciência, aliado a tecnologia permite à sociedade que possa modificar o mundo em que vive. Assim, a compreensão da tecnologia está diretamente interligada ao conhecimento científico, ou tornando ciência e tecnologia termos indissolúveis (PARANÁ, 2021, p. 384).

De acordo com a citação, não se pode reduzir a tecnologia à dimensão de ciência aplicada, uma vez que “tecnologia é um conjunto de ações humanas vinculadas a sistemas de símbolos e equipamentos, objetivando a construção de obras e a fabricação de produtos pela orientação do conhecimento sistematizado” (PARANÁ, 2021, p. 384). No contexto escolar,

assim como pontua o referencial, surge a necessidade de uma educação tecnológica, que deve ir além de oferecer conhecimentos reduzidos à explicação técnica sobre o funcionamento de dispositivos eletrônicos. Nessa perspectiva, a educação tecnológica não significa preparar o estudante para saber usar equipamentos tecnológicos, mas sim instrumentalizar para que haja a compreensão dos conceitos referentes às novas tecnologias.

Considerando a necessidade de recorrer “[...] a conhecimentos tecnocientíficos e saberes significativos que tornem os estudantes aptos a responderem as questões e os problemas contemporâneos” e a “[...] compreenderem significativamente o desenvolvimento sustentável e as questões éticas correlacionadas a um mundo dependente da tecnologia” (PARANÁ, 2021, p. 385), o RCP indica que o ensino de Ciências pode ser trabalhado na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Pautado em autores como Santos e Mortimer (2001) e Aikenhead (1994), o RCP defende o uso da abordagem CTSA, por contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais para a “resolução de problemas e tomada de decisões, ao analisar a que riscos a sociedade é exposta, partindo da suposição de uma tecnologia, podendo, a partir dessas considerações, agir criticamente na comunidade em que está inserido” (PARANÁ, 2021, p. 386).

A defesa de um ensino por meio da abordagem CTS, segundo o RCP, tem como objetivo contribuir para o letramento científico e tecnológico nos estudantes/cidadãos. Um ensino apoiado nessa perspectiva contribuiria para “[...] o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões com responsabilidade sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia na sociedade” (PARANÁ, 2021, p. 386), permitindo que os estudantes sejam capazes de atuar na solução de tais questões.

De acordo com o RCP, os componentes curriculares para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que são os mesmos apresentados na BNCC Ensino Médio, devem estar alinhados com o desenvolvimento das competências específicas da área, por meio das habilidades descritas na BNCC e de seus objetos de conhecimento. O RCP também define conteúdos escolares e encaminhamentos necessários para proporcionar aos estudantes a apropriação das habilidades a serem alcançadas ao final da etapa do Ensino Médio.

Ao longo do RCP, são discutidas diversas propostas curriculares nacionais para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que, em comum, buscam a valorização das vivências dos estudantes e contribuem para a resolução de problemas, em situações do cotidiano que necessitem de uma percepção científica mais apurada, por meio do desenvolvimento do letramento científico, fazendo uso de encaminhamentos metodológicos que contemplem o

ensino por investigação e o enfoque CTSA. A presença do enfoque CTS pode ser percebida de forma mais clara nas habilidades apresentadas no RCP. Para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, são previstas, ao todo, 26 habilidades divididas entre as três competências específicas da área.

A habilidade EM13CNT107, por exemplo, prevê que os estudantes sejam capazes de:

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 à sustentabilidade** (PARANÁ, 2021, p. 394, grifo nosso).

Para que essa habilidade seja desenvolvida em sua plenitude, perpassa pelas implicações da Ciência e Tecnologia na Sociedade e Meio Ambiente para permitir que os estudantes sejam capazes de propor ações que visem à sustentabilidade. Entendemos, portanto, que não basta abordar os conhecimentos científicos relacionados ao funcionamento dos diversos dispositivos eletroeletrônicos, mas também os possíveis impactos associados à produção, ao consumo e ao descarte desses dispositivos.

As habilidades EM13CNT306 e EM13CNT308 preveem que os estudantes sejam capazes de:

[...] avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental. [...] 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 (PARANÁ, 2021, p. 400-401).

Também se precisa explorar as implicações das relações entre CTSA para serem desenvolvidas de forma efetiva. Para que as habilidades sejam desenvolvidas pelos estudantes, o RCP chama a atenção dos educadores para a relação existente no tripé competências específicas, habilidades e objetos de conhecimento. Tal relação deve ser trabalhada para que os conteúdos sejam abordados “[...] dentro de uma concepção investigativa articulada à contextualização interdisciplinar, objetivando o letramento científico para que o adolescente se torne protagonista de sua aprendizagem e de escolhas profissionais” (PARANÁ, 2021, p. 403).

Com o intuito de avaliar a viabilidade de se desenvolver um produto educacional sobre o objeto de conhecimento tabela periódica, que busque explorar, sob a perspectiva CTSA, artefatos tecnológicos como o smartphone, realizamos uma busca no RCP, utilizando as

palavras-chave: tabela periódica, elementos químicos, impactos, pilhas e smartphones (Quadro 4).

**Quadro 4 - Resultado da busca das palavras-chave tabela periódica, elementos químicos, impactos, pilhas e smartphone no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**

Palavra-chave	Habilidades	Objetos de conhecimento
Tabela periódica	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. 398).	Análise e coleta de dados probabilísticos a partir de informações contidas, por exemplo, na tabela periódica, reconhecendo a importância do conhecimento científico.
Elementos químicos	Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida (p. 395).	Reconhecimento da natureza dos elementos químicos, de suas propriedades, da ciclagem e da interação com os ciclos biogeoquímicos.
	Analisar a distribuição dos elementos químicos, compreendendo suas relações, suas estruturas e composições com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros) (p. 399).	Análise de modelos e teorias sobre a origem de elementos químicos, considerando a organização desses elementos.
	Avaliar as potencialidades e os riscos dos elementos químicos aplicados em equipamentos de uso cotidiano (p. 463).	Elementos químicos.
	Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida (p. 465, 466, 474).	Tabela periódica, elementos químicos, organização dos elementos químicos e propriedades periódicas. Principais compostos inorgânicos do cotidiano. Funções químicas orgânicas: aplicabilidade e danos ambientais.
Impactos	Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida (p. 395).	Composição e toxicidade de compostos químicos, usos e <b>impactos</b> ao meio ambiente decorrentes de descarte inadequado.
	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, visando à integridade coletiva e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos (p. 400-401).	[...] atividades que permitam identificar as substâncias e os materiais usados, refletindo sobre os riscos da manipulação inadequada desses materiais e a responsabilidade do descarte adequado de resíduos gerados para evitar a contaminação do solo e da água e outros possíveis impactos socioambientais.
	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e compreender as tecnologias contemporâneas e	Uso de equipamentos eletrônicos e possíveis consequências à saúde e ao meio ambiente.

	avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais (p. 412).	
Pilhas	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais (p. 395).	Estudo sobre a obtenção de energia por meio de reações químicas de oxirredução que ocorrem nas pilhas e promovem o funcionamento de dispositivos eletrônicos. Proposição de ações para reduzir os problemas ambientais decorrentes da utilização inadequada dessas energias, visando ao consumo consciente.
	Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, para propor ações que visem à sustentabilidade (p. 396).	[...] pilhas e baterias e reações existentes para que haja o funcionamento desses dispositivos. Análise do descarte inadequado de lixo eletrônico e de suas consequências ao meio ambiente, bem como dos problemas que podem ser causados à saúde dos seres vivos.
	Analisar questões socioambientais e discutir a necessidade de introdução de novas tecnologias energéticas e a produção de novos materiais (p. 469).	Eletroquímica reatividade dos metais. Reações de oxirredução. Pilhas e baterias.
<i>Smartphones</i>	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais (p. 401).	Funcionamento de dispositivos por meio do conhecimento científico, tais como: baterias de alta durabilidade, telas <i>touch screen</i> e smartphones.

**Fonte: Elaborado pelo autor com base em Paraná (2021)**

Por meio dessa pesquisa, podemos observar que o RCP indica, entre as habilidades para a área da CNT, “investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais” (PARANÁ, 2021, p. 401). Para o desenvolvimento de tal habilidade, perfeitamente alinhada à abordagem CTSA, os equipamentos elétricos ou eletrônicos, utilizados no cotidiano do estudante, podem ser tomados como caixas-pretas, cujo funcionamento precisa ser investigado e analisado (dimensão C), permitindo, assim, não apenas conhecer as tecnologias que os constituem (dimensão T), mas também avaliar os impactos sociais, culturais (dimensão S) e ambientais (Dimensão A) desses artefatos tecnológicos. Entre os vários equipamentos eletrônicos possíveis de serem trabalhados no contexto educacional, elegemos o smartphone, artefato amplamente utilizado em nossa sociedade. Esse artefato é exemplificado como tema de estudo para essa habilidade, ao considerar como objetivo a compreensão do funcionamento de dispositivos por meio do conhecimento científico, tais como: baterias de alta durabilidade, telas *touch screen*, smartphones.

Com relação às pilhas/baterias, uma das partes mais importantes dos smartphones, as três habilidades indicadas no RCP envolvem, além de aspectos relacionados à tecnologia, questões socioambientais. “Realizar previsões [...] para propor a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais”, “analisar questões socioambientais”, “propor ações que visem à sustentabilidade” e realizar “a produção de novos materiais” são pontuadas entre as habilidades a serem desenvolvidas ao se trabalhar com a temática pilhas/baterias.

De forma complementar, podemos observar que o termo “impactos” aparece no RCP, ao considerar a importância do “estudo da composição e toxicidade de compostos químicos, usos e impactos ao Meio Ambiente decorrentes de descarte inadequado”, tal como ocorre com os variados equipamentos elétricos e eletrônicos, que são constituídos por elementos químicos que podem interferir nos ciclos naturais. Devido a essa característica, o RCP pontua como habilidade a ser trabalhada “[...] interpretar os efeitos da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida” (PARANÁ, 2021, p. 395). Observamos, novamente, a possibilidade de se trabalhar com a abordagem CTSA para se desenvolver a referida habilidade.

O RCP associa três habilidades ao objetivo de conhecimento tabela periódica e sugere três conteúdos a serem trabalhados: elementos químicos; organização dos elementos químicos; propriedades periódicas (Quadro 5).

**Quadro 5 - Habilidades e conteúdos associados ao objeto de conhecimento tabela periódica no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**

Habilidades da área de conhecimento	Sugestões de conteúdos
(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam a quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.	
(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, se posicionando criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.	Elementos químicos. Organização dos elementos químicos. Propriedades periódicas.
(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos 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.	

Fonte: elaborado pelo autor com base em Paraná (2021, p. 465)

A partir do exposto no Quadro 5, podemos observar que o objeto de conhecimento tabela periódica deve ser abordado na disciplina de Química diferentemente do convencional, ou seja, a tabela periódica não pode ser utilizada apenas como uma ferramenta de consulta, uma vez que esse objeto de conhecimento é demandado para o desenvolvimento de habilidades em diferentes períodos do Ensino Médio. Tal fato nos faz refletir se a forma como o livro didático aborda esse objeto de conhecimento dá conta de desenvolver as habilidades previstas na RCP, as quais dependem da compreensão de relações entre CTSA. Sendo assim, observamos a necessidade de desenvolvimento de produtos educacionais que abordem os objetos de conhecimento da Química e que atendam às expectativas dos documentos norteadores. Entre as opções de produtos educacionais, no presente trabalho, optamos pelo uso da Sequência Didática.

### 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Assim como em outros componentes curriculares, um grande desafio para os professores de Química é despertar o interesse dos estudantes pelos objetos de conhecimentos a serem trabalhados, que permitam a aprendizagem significativa destes. Uma das possibilidades que pode contribuir para esse propósito é o uso de Sequência Didática (SD) que valorize os conhecimentos já adquiridos pelos estudantes, ao longo da sua vivência escolar, e que contribua para que os novos conhecimentos sejam significativos.

Do ponto de vista conceitual, a tabela periódica é essencialmente uma extensão ou sistematização da existência de famílias de elementos com propriedades semelhantes. Em outro sentido, a tabela periódica é uma representação da lei periódica, na qual as propriedades dos elementos e os seus compostos comparáveis são funções periódicas de seus pesos atômicos – e, posteriormente, números atômicos com os trabalhos de Moseley (FERNELIUS, 1986). Do ponto de vista educacional, a tabela periódica não é apenas um dos princípios básicos de organização, ao qual os estudantes são introduzidos, mas também um modelo central usado como ferramenta de indução. Além disso, a tabela periódica desempenha um papel significativo na compreensão dos elementos químicos e na previsão de suas características – estrutura, propriedades dos elementos e suas relações (DEMIRCIOĞLUA; DEMIRCIOĞLUA; ÇALIK, 2008).

Apesar de sua relevância para a disciplina Química, o estudo da tabela periódica é desenvolvido sem que haja reflexões acerca dos fundamentos que a constituem. As instruções sobre esse objeto de conhecimento, como pontuam Romero e Cunha (2021), baseiam-se, predominantemente, nas perspectivas históricas tradicionais, em conjunto com a teoria atômica da Química Quântica (ou seja, o princípio de *Aufbau*<sup>8</sup>). Essa abordagem geralmente exige que os estudantes memorizem os nomes dos elementos e a posição destes na tabela periódica, quando, na verdade, deveriam entender como os elementos foram posicionados em determinado local.

Desse modo, a tabela periódica é estudada apenas como uma fonte de consulta a respeito dos elementos químicos, sem que o estudante compreenda a sua importância dentro da

---

<sup>8</sup> *Aufbau*, em alemão, significa construção. Segundo a IUPAC, o princípio de *aufbau* é “uma regra para construir a configuração eletrônica de átomos e moléculas. Ele afirma que um máximo de dois elétrons são colocados em orbitais na ordem crescente de energia orbital: os orbitais de menor energia são preenchidos antes que os elétrons sejam colocados em orbitais de maior energia” (IUPAC, 1999, tradução nossa). Os primeiros registros que encontramos acerca desse princípio são de autoria de Curt Schmidt. SCHMIDT, Curt. Studien über das periodische System. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, v. 75, n. 1, p. 651-664, 1911. SCHMIDT, Curt. Periodisches system und genesis der elemente. *Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie*, v. 103, n. 1, p. 79-118, 1918.

disciplina de Química. Tal fato faz com que a classificação e a existência dos elementos químicos não tenham significado para os estudantes, pois o trabalho com esses objetos de conhecimento não é realizado de forma contextualizada, mas apenas explorando as simbologias e aplicações das informações sistematizadas na tabela periódica.

No contexto apresentado, considerando a ausência de dissertações/teses que produziram produtos educacionais sobre o objeto de conhecimento tabela periódica, na perspectiva das relações CTSA, optamos pela elaboração de uma Sequência Didática (SD) estruturada com base na abordagem CTSA, utilizando como temática o artefato tecnológico smartphone, que é usado pelos estudantes, considerado um produto pronto (caixa-preta) dentro da sua realidade. Na seção seguinte, apresentamos os pressupostos utilizados para a elaboração da Sequência Didática.

### **3.1 Pressupostos para a construção de SD na abordagem CTS/CTSA**

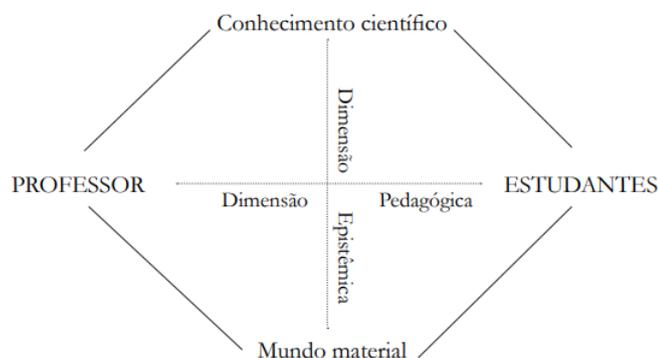
O termo “Sequência Didática” surgiu no Brasil, nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), como “projetos” e “atividades sequenciadas” usadas no estudo da Língua Portuguesa. Atualmente, as sequências didáticas estão vinculadas ao estudo de todos os conteúdos dos diversos componentes curriculares da escola básica (FRANCO, 2018).

Existem, segundo Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018), diferentes linhas teóricas de elaboração e validação de sequências didáticas, a saber: a *Engenharia Didática*, que destaca a importância de uma análise epistêmica *a priori* do tema a ser ensinado; a *Educational Design Research*, que tem como objetivo gerar soluções para os problemas da prática educacional e avançar o conhecimento sobre as características dessas intervenções (validação de uma teoria); o *Processo EAR*, que analisa, de forma sistemática e consecutiva, os elementos que constituem a sequência didática, a sua aplicação, os seus resultados e a sua relação com o planejamento escolar, segundo a abordagem sociocultural; e a *Teacher Learning Sequences*, que defende que uma Sequência Didática deve ser constituída por atividades que enfatizem a integração entre o currículo, o desenvolvimento de habilidades e a construção de conhecimentos dos alunos, de modo a aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem.

Entre as linhas teóricas de elaboração e validação de SD, utilizaremos, no presente projeto, a *Teacher Learning Sequences*, que possui quatro segmentos básicos (professor, aluno, mundo material e conhecimento científico) e cuja concepção, denominada de “losango didático” (Figura 1), envolve duas dimensões: a dimensão epistêmica (que considera os processos de elaboração, de execução e de validação do conhecimento científico, os quais

possuem relação com o mundo material) e a dimensão pedagógica (que considera os aspectos inerentes ao papel do professor e as interações professor-aluno e aluno-aluno) (MÉHEUT; PSILLOS, 2004; CAVALCANTI; RIBEIRO; BARRO, 2018).

**Figura 1 - “Losango didático” que representa a concepção de uma Sequência Didática**



**Fonte: Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018, p. 861)**

No que tange à dimensão epistêmica, em especial à relação entre conhecimento científico e mundo material, o uso da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (RÊGO *et al.*, 2017; CAVALCANTI; RIBEIRO; BARRO, 2018) ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (LEONOR *et al.*, 2012; SILVA; ANDRADE, 2020) tem sido reportado como sendo promissor. Com base no exposto, para elaborar uma Sequência Didática, norteadas pelo “losango didático” e pela abordagem CTSA, é necessário propor uma temática relevante e pertencente à realidade local dos estudantes, considerando-se os aspectos epistêmicos e pedagógicos relacionados a essa temática e potencializando uma interação maior entre professor e estudante.

Vale esclarecer que, no contexto do ensino de Ciências, as denominações “CTS” e “CTSA” têm sido utilizadas para caracterizar o campo que estuda as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. A denominação CTSA, adotada neste projeto, chama a atenção para possibilidades significativas de integração com a Educação Ambiental, reforçando a necessidade de incluir, de forma obrigatória, nas inter-relações CTS, as questões ambientais. Como defesa da adoção da denominação CTSA, podemos citar que as discussões, baseadas na perspectiva CTS, podem tomar outros direcionamentos que nem sempre compreendem a dimensão ambiental (SANTOS, 2012; LUZ; QUEIROZ; PRUDÊNCIO, 2019).

Ao considerar a importância da educação CTS para o ensino de Ciências, Strieder e Kawamura (2017) identificaram – com base no cruzamento de informações oriundas do estudo de referenciais teóricos, pertencentes aos campos da Ciência, Tecnologia, Sociedade, Educação e Ensino de Ciências, e da aproximação a trabalhos sobre CTS, publicados em revistas e eventos da área de Ensino de Ciências no Brasil – parâmetros e propósitos da educação CTS (Figura 2).

Figura 2 - Relação entre parâmetros e propósitos da educação CTS

PROPÓSITOS EDUCACIONAIS	PARÂMETROS CTS		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de Percepções	(1R) Presença na Sociedade	(1D) Questões Técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de Questionamentos	(2R) Benefícios e Malefícios	(2D) Organização e Relações	(2P) Decisões Individuais
	(3R) Condução das Investigações	(3D) Especificidades e Transformações	(3P) Decisões Coletivas
Desenvolvimento de Compromissos Sociais	(4R) Investigações e seus Produtos	(4D) Propósitos das produções	(4P) Mecanismos de Pressão
	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações Sociais	(5P) Esferas Políticas

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 49)

Segundo as autoras, os parâmetros da educação CTS se referem à racionalidade científica, ao desenvolvimento tecnológico e à participação social. Os propósitos educacionais se associam ao desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais. A identificação e a caracterização desses parâmetros e propósitos possibilitam reconhecer diferentes abordagens a serem contempladas no âmbito da educação CTS; isso, além de permitir uma compreensão maior e mais clara sobre os sentidos e as perspectivas da educação científica CTS, no Brasil, contribui para a seleção de elementos a serem priorizados em práticas escolares (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Do ponto de vista dessas articulações, as autoras destacam a função social da escola, da educação científica, da ciência e da tecnologia, assim como a função do uso da abordagem CTS em relação aos modelos de sociedade.

Quanto aos parâmetros da educação CTS, as autoras identificaram três elementos relacionados: (i) *racionalidade científica*; (ii) *desenvolvimento tecnológico*; e (iii) *participação social*. A *racionalidade científica* e o seu papel na construção da ciência e na sociedade estão presentes nos diferentes discursos sobre a ciência; no contexto educacional, as abordagens possíveis para esse elemento estão relacionadas a:

- ✓ Explicitar a presença da ciência no mundo;
- ✓ Discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência;
- ✓ Analisar a condução das investigações científicas;
- ✓ Questionar as relações entre as investigações científicas e os seus produtos;

- ✓ Abordar as insuficiências da ciência.

O desenvolvimento *tecnológico* está relacionado à ciência, à tecnologia e ao desenvolvimento social, sob diferentes pontos de vista. As autoras pontuam cinco perspectivas distintas:

- ✓ Abordar questões técnicas;
- ✓ Analisar organizações e relações entre aparato e sociedade;
- ✓ Discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico;
- ✓ Questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias;
- ✓ Discutir a necessidade de adequações sociais.

O elemento *participação social* está relacionado à necessidade de participação da sociedade nos rumos das políticas de Ciência e Tecnologia, uma vez que o desenvolvimento tecnológico deve ser pensado e adequado à sociedade. Para isso, é necessário superar “[...] o olhar ingênuo que a população tem com relação à ciência, entendendo-a como absoluta, infalível, condutora inexorável ao progresso, à sabedoria e à felicidade” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 39). As autoras identificaram cinco diferentes abordagens de participação social possíveis para serem trabalhadas por meio da educação CTS:

- ✓ Adquirir informações e reconhecer o tema e as suas relações com a ciência e a tecnologia;
- ✓ Avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas;
- ✓ Discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia, envolvendo decisões coletivas;
- ✓ Identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão;
- ✓ Compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.

Com relação aos *propósitos da educação CTS*, as autoras identificaram três grandes grupos de propósitos que buscam contribuir para o desenvolvimento de *percepções*, *questionamentos* e *compromissos sociais*.

O desenvolvimento de *percepções*, entre o conhecimento científico escolar e o contexto do estudante, está relacionado à construção de uma imagem do conhecimento

científico escolar, dando ênfase tanto para questões presentes no cotidiano dos estudantes quanto para questões científicas e/ou tecnológicas vivenciadas por esses sujeitos. Esse propósito pode ser trabalhado por meio da contextualização, que contribui para a compreensão e construção de conceitos e, como estratégia, para dar significado ao conhecimento (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

O desenvolvimento de *questionamentos* sobre situações sociais relativas à cidadania está relacionado à compreensão de questões sociais ligadas à cidadania, mesmo que não controversas, mas partilhadas largamente e consideradas como problemáticas na sociedade atual. Para o desenvolvimento desse propósito, mais do que contextualizar o conhecimento científico escolar, é necessário discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico, na sociedade, para que haja uma compreensão sobre a utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

O desenvolvimento de *compromissos sociais*, diante de problemas ainda não estabelecidos, vai além de contextualizar o conhecimento, compreender o mundo, questioná-lo e/ou se posicionar. De acordo com esse propósito, o que guia a educação é a busca por uma transformação de mundo, a busca por encaminhamentos para problemas reais que afligem a sociedade na qual a escola se encontra. Envolve, portanto, ações concretas de intervenção na realidade. Dessa forma, uma educação CTS, em consonância com essa perspectiva, implica, por exemplo: discutir as limitações do conhecimento científico para compreender e resolver os problemas sociais; enfatizar a importância de a sociedade almejar outro modelo de desenvolvimento, que busque satisfazer as necessidades básicas de determinada população e não gerar lucro econômico; e buscar uma cultura de participação no âmbito das políticas públicas e na definição de objetivos, de meios para alcançá-los e de maneiras de controlar sua implementação (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

A Figura 2 sintetiza a relação entre os parâmetros e os propósitos da abordagem CTS identificados no trabalho de Strieder e Kawamura (2017). Esses parâmetros e propósitos educacionais foram utilizados para estruturar o produto educacional associado a esta dissertação, servindo como objetivos a serem alcançados em cada um dos encontros que compõem a Sequência Didática.

### **3.2 Construção da Sequência Didática**

A Sequência Didática intitulada “*Quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?*” foi elaborada visando ao processo de ensino-aprendizagem do objeto de conhecimento tabela periódica, em turmas de 1º ano do Ensino

Médio, na disciplina de Química. A estruturação da SD foi realizada com base nos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, defendidos por Strieder e Kawamura (2017).

Partindo da premissa de que a disciplina de Química na Educação Básica deve contribuir para a formação de um cidadão crítico e que inúmeras temáticas poderiam ser consideradas para a elaboração de produtos educacionais, para o presente produto optamos por partir de um contexto vivenciado pelos estudantes – o mundo da tecnologia. Reflexões sobre como nos relacionamos com a tecnologia não é algo novo. Culkín (1967, p. 70, tradução nossa) defende que “nós moldamos nossas ferramentas e depois elas nos moldam”, e Carr (2011, tradução nossa) que, “às vezes, nossas ferramentas fazem o que mandamos. Outras vezes, nos adaptamos aos requisitos de nossas ferramentas”. Assim, os autores sintetizaram uma verdade de nosso tempo: a de que a tecnologia remodela as formas como interagimos com os outros e as formas como nos vemos.

No âmbito do cenário mencionado, elegemos o artefato tecnológico smartphone para a contextualização do conhecimento químico. A pergunta, título da SD, apresenta, em sua estrutura, o que se pretende abordar durante as atividades propostas: uma relação entre os objetos de conhecimentos, os elementos químicos e a tabela periódica e o smartphone, aparelho cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. Partindo de uma perspectiva latouriana, consideramos que tanto os objetos de conhecimentos citados quanto o próprio aparato tecnológico, o smartphone, são caixas-pretas que serão abertas e estudadas ao longo do desenvolvimento da SD.

A SD é composta de cinco encontros propostos para serem desenvolvidos em, aproximadamente, 100 minutos cada, que devem ser desenvolvidos uma vez por semana (duas horas-aula) em aulas de Química. A estrutura apresentada busca atender a diferentes objetivos relacionados aos parâmetros e propósitos da abordagem CTSA (Quadro 6).

**Quadro 6 - Parâmetros e propósitos da abordagem CTSA a serem explorados nos encontros da Sequência Didática**

Encontro, duração e título	Objetivos relacionados à abordagem CTSA	
	Parâmetros	Propósitos educacionais
1º Encontro – (2 h/a) 100 min. Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?	Explorar aspectos da participação social, em especial os relacionados às decisões individuais e coletivas, quanto ao ciclo de consumo de smartphones.	Desenvolver questionamentos sobre como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone.
2º Encontro – (2 h/a) 100 min. Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da	Explorar aspectos da racionalidade científica que permitam explicitar a presença da ciência no mundo, principalmente no que se refere ao	Desenvolver relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto vivenciado pelos estudantes que permitam

tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?	uso de diferentes elementos químicos para a fabricação de smartphones.	contextualizar os objetos de conhecimentos: elementos químicos e tabela periódica.
3º Encontro – (2 h/a) 100 min.  Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica.	Questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, desenvolvidas no contexto brasileiro, para a obtenção de elementos químicos terras-raras, que são utilizados na fabricação de smartphones.	Contribuir para desenvolver compromissos sociais, diante de problemas ainda não estabelecidos, levando em consideração eventuais desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais, decorrentes da implementação da mineração de terras-raras.
4º Encontro – (2 h/a) 100 min.  Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?	Discutir sobre o desenvolvimento tecnológico de baterias para smartphones, buscando reconhecer que, para o funcionamento desse aparato, foram e ainda são necessários recursos humanos (técnicos, cientistas etc.) e materiais.	Contribuir para desenvolver percepções sobre a presença da ciência e da tecnologia presentes nas baterias utilizadas em smartphones.
5º Encontro – (2 h/a) 100 min.  Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?	Discutir problemas e impactos oriundos do consumo de smartphones que demandam decisões coletivas para mitigar os problemas decorrentes desse consumo.	Contribuir para o desenvolvimento de compromissos sociais, oportunizando condições de fazer uma leitura crítica da realidade que vivenciamos com o consumo mundial de smartphones, cujo cenário está marcado por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

**Fonte: Elaborado pelo autor (2023)**

Buscamos utilizar, ao longo da SD, textos de divulgação científica (TDC), vídeos disponíveis no YouTube e aplicativos que podem ser acessados diretamente pelos smartphones dos estudantes ou projetados pelo(a) professor(a), como recursos didáticos. Trata-se de possibilidades para trabalhar, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, o objeto de conhecimento tabela periódica, aliado aos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA. Recomendamos que o(a) professor(a) de Química avalie a SD e, caso necessário, adapte as atividades propostas e os recursos didáticos indicados para o contexto vivenciado na escola onde atua.

## 4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentamos os procedimentos metodológicos utilizados para a constituição dos dados da pesquisa e a maneira como os dados foram analisados. Esta pesquisa (CAAE 61647522.0.0000.0177) foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sob o parecer número 5.707.334 de 18 de outubro de 2022.

### 4.1 A pesquisa e a natureza do estudo

Considerando o cenário e os objetivos de nossa pesquisa, definimos a abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa assume muitas formas e pode ser conduzida no sentido da investigação de fenômenos, em seu contexto natural, além de permitir o uso de uma diversidade de estratégias (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Na pesquisa qualitativa, os resultados vão sendo obtidos com base nos dados coletados e nos registros feitos pelo investigador, seguindo um processo indutivo. Nesse processo indutivo, deve ocorrer um esforço dos pesquisadores para entender a perspectiva dos participantes e considerar os diferentes pontos de vista, o que possibilita a percepção do dinamismo interno das situações.

Ainda, considerando os objetivos da pesquisa, definimos o estudo como sendo estudo exploratório e interpretativo. Conforme Gray (2012, p. 36), “os estudos exploratórios buscam explorar o que está acontecendo e fazer perguntas a respeito. São especialmente úteis quando não se sabe o suficiente sobre um fenômeno”.

### 4.2 Curso de extensão como *lócus* de pesquisa

Para dar conta dos dois objetivos específicos propostos, que demandam a participação de professores de Química para avaliar a SD elaborada, desenvolvemos um curso de extensão intitulado “Trabalhando o objeto de conhecimento tabela periódica por meio da educação CTSA”. O curso foi realizado em seis encontros, distribuídos em três semanas, na modalidade remota (Quadro 7).

Professores de Química, atuantes em sala de aula ou em cargos de gestão, foram convidados a participar do curso de extensão. O primeiro encontro (denominado de “encontro orientador”) do curso teve como objetivo apresentar aos professores, que aceitaram inicialmente o convite, informações sobre a dinâmica do curso e sobre a pesquisa a ele associada. Na sequência, os docentes interessados em colaborar com a pesquisa foram

convidados a preencher, assinar e encaminhar para os pesquisadores o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

**Quadro 7 - Conteúdos trabalhados no curso de extensão**

<b>Data</b>	<b>Denominação</b>	<b>Conteúdo trabalhado/discutido</b>
01/12/2022	Encontro orientador	Aspectos históricos e filosóficos do movimento CTS(A).
02/12/2022	Encontro 1	Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?
08/12/2022	Encontro 2	Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?
09/12/2022	Encontro 3	Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica.
15/12/2022	Encontro 4	Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?
16/12/2022	Encontro 5	Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

**Fonte: Elaborado pelo autor (2023)**

Ainda, no encontro orientador, foram discutidos aspectos históricos e filosóficos do movimento CTS(A) e sua aproximação com a educação científica, em especial os parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTS, defendidos por Strieder e Kawamura (2017), que foram utilizados para estruturação da SD “quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?”.

Em cada um dos demais encontros (denominados de encontros 1, 2, 3, 4 e 5), foi apresentado, discutido e avaliado um encontro da SD. Os encontros da SD foram compartilhados, com uma semana de antecedência, com os participantes do curso de extensão, para que todos pudessem fazer uma leitura prévia do material a ser trabalhado. Todos os encontros foram, com autorização dos participantes, gravados. No entanto, para o presente trabalho, as gravações não foram utilizadas para geração de dados.

### **4.3 Os instrumentos de pesquisa**

Os instrumentos de pesquisa são fundamentais para que o pesquisador levante dados iniciais e mesmo avalie o alcance das ações de intervenção realizadas. Entre os instrumentos utilizados mais comuns estão as observações, os questionários e as entrevistas. Entre os vários instrumentos de pesquisa passíveis de serem utilizados, no presente trabalho, adotamos o questionário, que “consiste em uma lista de perguntas a serem respondidas pelos componentes da amostra” (ROSA, 2013, p. 94). O autor pontua as características desse instrumento de coleta de registro: (i) pode ser classificado como questionário restrito (ou de forma fechada) ou

questionário aberto; (ii) diferencia-se da entrevista, uma vez que, depois da fala do entrevistado, o pesquisador não complementa a pergunta com outras de esclarecimento; (iii) diferencia-se do teste, visto que busca informações e obter opiniões e percepções dos sujeitos, enquanto os testes buscam aferir conhecimento do sujeito sobre um tema; e (iv) é elaborado por meio da definição das categorias que o compõe (ROSA, 2013).

Nesta pesquisa, foi definida a utilização de questionários como instrumento de coleta de dados, sendo que, no final de cada encontro do curso de extensão, os participantes responderam um questionário *on-line* elaborado no Google Formulário, contendo, no total, 27 questões (Quadro 8).

**Quadro 8 - Questões específicas, associadas à abordagem CTSA, realizadas nos encontros**

Encontro	Questões realizadas
Orientador	<p><b>Q.O.1</b> – Qual sua formação em nível de graduação?  <input type="checkbox"/> Licenciatura em Química  <input type="checkbox"/> Licenciatura em Ciências Naturais  <input type="checkbox"/> Bacharel com complementação pedagógica  <input type="checkbox"/> Outras licenciaturas</p> <p><b>Q.O.2</b> – Qual o ano de conclusão da sua formação?</p> <p><b>Q.O.3</b> – Possui pós-graduação? Se sim, indicar o(s) nome(s) do(s) curso(s) e ano(s) de formação(ões).</p> <p><b>Q.O.4</b> – Quanto tempo de atuação como professor de Química na Educação Básica?</p> <p><b>Q.O.5</b> – Quais as séries em que leciona?</p> <p><b>Q.O.6</b> – Você já estudou CTS/CTSA?  <input type="checkbox"/> Na formação inicial  <input type="checkbox"/> Na formação continuada  <input type="checkbox"/> De forma autônoma  <input type="checkbox"/> Outros</p> <p><b>Q.O.7</b> – Você já utilizou/utiliza abordagem CTS/CTSA?  <input type="checkbox"/> Com frequência  <input type="checkbox"/> Raramente  <input type="checkbox"/> Não utilizo</p> <p><b>Q.O.8</b> – Você considera que a abordagem CTS/CTSA é importante para trabalhar conteúdos de Química? Comente.</p>
1	<p><b>Q.1.1</b> – Você considera que o encontro 1, da forma como está apresentado na Sequência Didática, é possível de ser desenvolvido em sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.1.2</b> – Os recursos didáticos selecionados são adequados para o contexto de sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.1.3</b> – Você considera que o encontro 1, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para explorar aspectos da participação social, em especial os relacionados às decisões individuais e coletivas, quanto ao ciclo de consumo de smartphones? Comente.</p> <p><b>Q.1.4</b> – Você considera que o encontro 1, da forma como está apresentado na Sequência Didática,</p>

	<p>contribui para desenvolver questionamentos sobre como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone? Comente.</p> <p><b>Q.1.5</b> – Faça comentários que julgar pertinente ou que possa contribuir para a melhoria do encontro 1 da Sequência Didática.</p>
2	<p><b>Q.2.1</b> – Você considera que o encontro 2, da forma como está apresentado na Sequência Didática, é possível de ser desenvolvido em sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.2.2</b> – Os recursos didáticos selecionados são adequados para o contexto de sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.2.3</b> – Você considera que o encontro 2, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para explorar aspectos da racionalidade científica que permitam explicitar a presença da ciência no mundo, principalmente no que se refere ao uso de diferentes elementos químicos para a fabricação de smartphones? Comente.</p> <p><b>Q.2.4</b> – Você considera que o encontro 2, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para desenvolver relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto vivenciado pelos estudantes que permitam contextualizar os objetos de conhecimento elementos químicos e tabela periódica? Comente.</p> <p><b>Q.2.5</b> – Faça comentários que julgar pertinente ou que possa contribuir para a melhoria do encontro 2 da Sequência Didática.</p>
3	<p><b>Q.3.1</b> – Você considera que o encontro 3, da forma como está apresentado na Sequência Didática, é possível de ser desenvolvido em sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.3.2</b> – Os recursos didáticos selecionados são adequados para o contexto de sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.3.3</b> – Você considera que o encontro 3, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, desenvolvidas no contexto brasileiro, para a obtenção de elementos químicos terras-raras, que são utilizados na fabricação de smartphones? Comente.</p> <p><b>Q.3.4</b> – Você considera que o encontro 3, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para desenvolver compromissos sociais, diante de problemas ainda não estabelecidos, levando em consideração eventuais desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais decorrentes da implementação da mineração de terras-raras? Comente.</p> <p><b>Q.3.5</b> – Faça comentários que julgar pertinente ou que possa contribuir para a melhoria do encontro 3 da Sequência Didática.</p>
4	<p><b>Q.4.1</b> – Você considera que o encontro 4, da forma como está apresentado na Sequência Didática, é possível de ser desenvolvido em sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.4.2</b> – Os recursos didáticos selecionados são adequados para o contexto de sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.4.3</b> – Você considera que o encontro 4, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para discutir sobre o desenvolvimento tecnológico de baterias para smartphones, buscando reconhecer que, para o funcionamento desse aparato, foram e ainda são necessários recursos humanos (técnicos, cientistas etc.) e materiais? Comente.</p> <p><b>Q.4.4</b> – Você considera que o encontro 4, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para desenvolver percepções sobre a presença da ciência e da tecnologia nas baterias utilizadas em smartphones? Comente.</p> <p><b>Q.4.5</b> – Faça comentários que julgar pertinente ou que possa contribuir para a melhoria do encontro 4 da Sequência Didática.</p>

5	<p><b>Q.5.1</b> – Você considera que o encontro 5, da forma como está apresentado na Sequência Didática, é possível de ser desenvolvido em sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.5.2</b> – Os recursos didáticos selecionados são adequados para o contexto de sala de aula? Comente.</p> <p><b>Q.5.3</b> – Você considera que o encontro 5, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para discutir problemas e impactos oriundos do consumo de smartphones que demandam decisões coletivas para mitigar os problemas decorrentes desse consumo? Comente.</p> <p><b>Q.5.4</b> – Você considera que o encontro 5, da forma como está apresentado na Sequência Didática, contribui para o desenvolvimento de compromissos sociais, oportunizando condições de fazer uma leitura crítica da realidade que vivenciamos, com o consumo mundial de smartphones, cujo cenário está marcado por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais? Comente.</p> <p><b>Q.5.5</b> – Faça comentários que julgar pertinente ou que possa contribuir para a melhoria do encontro 5 da Sequência Didática.</p> <p><b>Q.5.6</b> – Comente sobre a SD. Você considera que o conjunto de encontros apresentados (cinco encontros) são passíveis de serem aplicados no contexto de sala de aula?</p> <p><b>Q.5.7</b> – Se tivesse a oportunidade de aplicar a SD em sala de aula, você aplicaria todos os encontros ou aplicaria partes dos encontros? Comente.</p>
---	--

**Fonte: Elaborado pelo autor (2023)**

No encontro orientador, as questões foram relacionadas ao perfil dos participantes do curso (formação e atuação) e ao conhecimento e à utilização da abordagem CTS/CTSA. Nos demais encontros, as questões versaram sobre a SD apresentada e as suas práticas pedagógicas.

#### 4.4 Procedimentos para a análise da pesquisa

Levando em consideração os apontamentos de Rosa (2013), acerca da elaboração de questionários, e considerando os objetivos específicos (1) analisar as percepções manifestadas por professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD e (2) analisar em que medida os professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio reconhecem/identificam a presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD, definimos categorias *a priori* (Quadro 9).

**Quadro 9 - Categorias definidas *a priori***

Objetivos específicos	Categorias de análise	Questões realizadas	
Analisar as percepções manifestadas por professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD.	Formação e atuação docente	Q.O.1 Q.O.2 Q.O.3	Q.O.4 Q.O.5
	Uso da abordagem CTSA	Q.O.6 Q.O.7	Q.O.8

	Aplicabilidade da SD em sua prática pedagógica	Q.1.1 Q.1.5 Q.2.1 Q.2.5 Q.3.1 Q.3.5	Q.4.1 Q.4.5 Q.5.1 Q.5.5 Q.5.6 Q.5.7
	Recursos didáticos utilizados na SD	Q.1.2 Q.2.2 Q.3.2	Q.4.2 Q.5.2
Analisar em que medida os professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio reconhecem/identificam a presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD.	Percepções dos participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de parâmetros da abordagem CTSA	Q.1.3 Q.2.3 Q.3.3	Q.4.3 Q.5.3
	Percepções dos participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de propósitos educacionais da abordagem CTSA	Q.1.4 Q.2.4 Q.3.4	Q.4.4 Q.5.4

**Fonte: Elaborado pelo autor (2023)**

As categorias formação e atuação docente, uso da abordagem CTSA, aplicabilidade da SD em sua prática pedagógica e recursos didáticos utilizados na SD forneceram subsídios para a análise das percepções manifestadas pelos professores quanto à proposta de SD. Ainda, as categorias percepções dos participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de parâmetros da abordagem CTSA e quanto à presença na SD de propósitos educacionais da abordagem CTSA foram elencadas visando tratar do reconhecimento ou não da presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na seção 5.1, serão apresentados os resultados e a discussão alinhada ao objetivo específico “analisar as percepções manifestadas por professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD”. Quatro subseções, referentes às quatro categorias de análise, são apresentadas separadamente: 5.1.1 Formação e atuação docente; 5.1.2 Uso da abordagem CTSA; 5.1.3 Aplicabilidade da SD; 5.1.4 Recursos didáticos utilizados.

Na seção 5.2, estão os resultados e a discussão alinhada ao objetivo específico “analisar em que medida os professores de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio reconhecem/identificam a presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD”. Duas subseções, referentes às duas categorias de análise, são apresentadas separadamente: 5.2.1 Percepções dos participantes do curso de extensão quanto à presença de parâmetros da CTSA na SD; 5.2.2 Percepções dos participantes do curso de extensão quanto à presença de propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD.

Os resultados aqui apresentados são oriundos de uma pesquisa realizada no âmbito do curso de extensão “Trabalhando o objeto de conhecimento tabela periódica por meio da educação CTSA”, no qual participaram sete professores<sup>9</sup> (sendo seis mulheres e um homem) que lecionam Química e atuam no Ensino Médio.

### 5.1 Percepções manifestadas pelas participantes do curso de extensão sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD

Para dar conta de responder ao presente objetivo específico, 25 questões foram feitas às professoras participantes ao longo do curso de extensão. Essas questões foram divididas em quatro categorias *a priori*: formação e atuação docente (cinco questões realizadas no encontro orientador); uso da abordagem CTSA (três questões realizadas no encontro orientador); aplicabilidade da SD (12 questões realizadas, sendo duas questões em cada um dos encontros 1, 2, 3 e 4, e quatro questões no encontro 5); recursos didáticos utilizados (cinco questões realizadas, uma em cada um dos encontros 1, 2, 3, 4 e 5).

As questões das duas primeiras categorias foram realizadas com o objetivo de entender o perfil das participantes do curso de extensão e o contato delas com a abordagem CTSA. Dessa

---

<sup>9</sup> A partir deste momento, levando em consideração que a maior parte dos participantes do curso de extensão são mulheres, iremos generalizar a participação/contribuição das participantes utilizando flexões de gênero dos substantivos na forma feminina.

forma, essas questões foram realizadas antes de qualquer discussão acerca das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

As questões das duas últimas categorias foram aplicadas ao final de cada encontro do curso de extensão, que estava alinhado a um encontro da SD. Essas questões foram realizadas com o objetivo de analisar as percepções manifestadas pelas participantes do curso de extensão sobre a aplicabilidade e os tipos de recursos didáticos apresentados na SD.

### 5.1.1 Formação e atuação docente

O Quadro 10 apresenta informações sobre as participantes do curso de extensão. Das sete participantes, duas atuam em cargos de gestão/orientação pedagógica (uma em âmbito estadual, atuando na Secretaria de Estado da Educação (SEED-PR), e outra em âmbito regional, atuando no Núcleo Regional de Educação de Campo Mourão) e cinco atuam como professoras que lecionam a disciplina de Química no Ensino Médio com atuação na rede estadual de ensino do Paraná.

**Quadro 10 - Informações sobre as participantes do curso de extensão**

	Q.O.1/Q.O.2	Q.O.3	Q.O.4	Q.O.5
Identificação	Graduação (ano de conclusão)	Pós-Graduação	Tempo de atuação (anos)	Atuação atual
P1	Licenciatura em Química (2006)	Mestrado na área de Ensino de Ciências	23	Cargo de gestão/orientação pedagógica
P2	Licenciatura em Química (2012)	Especialização (Não informou a área)	10	3º ano - EM
P3	Licenciatura em Química (2008)	Mestrado na área de Ensino de Ciências	15	Cargo de gestão/orientação pedagógica
P4	Licenciatura em Química (2012)	Especialização (Sociologia, Filosofia e Religião; Educação do Campo; Educação Especial)	12	1º e 2º - EM
P5	Bacharel em Química com complementação pedagógica (2000)	Mestrado em Ciências do Solo	19	1º, 2º e 3º - EM
P6	Licenciatura em Química (2016)	Não	4	1º, 2º e 3º - EM
P7	Graduada em Ciências - Biologia (1988)	Mestrado na área de Ensino de Ciências	34	Cargo de gestão/orientação pedagógica

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Podemos observar que cinco das participantes possuem formação inicial em Licenciatura em Química, uma informou ser bacharel em Química com complementação pedagógica e uma, graduação em Ciências – Biologia. Seis participantes informaram terem cursado, de forma complementar, especialização ou mestrado: duas participantes cursaram especialização e quatro cursaram mestrado (três na área de Ensino de Ciências). Entre as participantes, três estão em cargos de gestão/orientação pedagógica (são profissionais que em algum momento do percurso profissional atuaram como professoras de Química e, atualmente, estão em cargos de gestão e/ou orientação pedagógica envolvendo professores/as que lecionam Química) e quatro atuando como professoras de Química no Ensino Médio.

Em relação ao ano de conclusão do curso, a maioria das participantes possui de 10 a 22 anos de formação. Com exceção de P6, que está no início de carreira, com 4 anos de atuação, e P7, no final da carreira, com 34 anos de atuação como professora (sendo três anos no Ensino Fundamental, trabalhando com conteúdos de Química). O tempo de atuação do professor é um fator importante se considerarmos a recepção e avaliação de novas propostas educativas. Tal fato pode ser relacionado aos apontamentos sobre o ciclo de vida profissional docente (HUBERMAN, 2000; CRUZ *et al.*, 2020) apresentados na seção 2.3.

Vale ressaltar que a incorporação de práticas inovadoras pode ter resistência por parte dos professores, tendo vários motivos que possam causar essa ação, como: (i) conflito com a abordagem adotada pelo professor, ainda hoje, muitos utilizam métodos de ensino tradicionais e sentem dificuldades em incorporar práticas diferenciadas em sala de aula; (ii) falta de suporte adequado para implementação de novas práticas de ensino ou ainda desafios relacionados como a falta de materiais didáticos adequados. Contudo, apesar dos desafios envolvidos, muitas práticas pedagógicas inovadoras continuam sendo desenvolvidas e implementadas com sucesso, proporcionando novas oportunidades nos processos de ensino-aprendizagem. Por isso, é importante que os professores estejam receptivos a experimentar novas abordagens e a buscar suporte para a implementação de mudanças significativas em suas práticas pedagógicas, a fim de promover uma educação mais inclusiva, participativa e engajada dos estudantes.

Levando em consideração a classificação de Huberman (2000), podemos observar que a maioria das professoras participantes do curso de extensão fazem parte da fase de diversificação, um professor apresenta-se na fase de estabilização e uma professora na fase de desinvestimento. Apesar das características apresentadas para cada fase do ciclo profissional docente, é importante destacar que a participação dos professores foi motivada pela aquisição de novos conhecimentos e abordagens para ensinar o objeto de conhecimento tabela periódica. Esse tipo de motivação, característica da fase da diversificação, pode ser explicada entre as

professoras P6 (fase da estabilidade) e P7 (fase do desinvestimento) devido a vivências diferenciadas, que fogem do escopo generalizado para as fases do ciclo de vida profissional docente proposto por Huberman (2000): a professora P7 concluiu recentemente o mestrado na área de Ensino de Ciências; já a professora P6 se formou em uma perspectiva que valoriza a importância da formação continuada para os profissionais da educação em exercício.

A partir do contexto de formação e atuação docente das participantes do curso de extensão apresentado na presente subseção, entendemos que as professoras, além de participar do curso de extensão para aquisição de novos conhecimentos, estão receptivas a dialogar e a avaliar novas propostas educacionais (como a SD que foi alvo de pesquisa deste trabalho).

### 5.1.2 Uso da abordagem CTSA

No Quadro 11 estão apresentadas as respostas das professoras participantes do curso de extensão às questões relacionadas ao uso da abordagem CTSA.

**Quadro 11 - Relação com a abordagem CTSA manifestada pelas participantes do curso de extensão**

<b>Identificação</b>	<b>Você já estudou CTS/CTSA? (Q.O.6)</b>	<b>Você já utilizou/utiliza abordagem CTS/CTSA? (Q.O.7)</b>	<b>Você considera que a abordagem CTS/CTSA é importante para trabalhar conteúdos de Química? Comente. (Q.O.8)</b>
P1	Na formação continuada	Com frequência	Sim. Muito importante para fornecer contexto para o estudante.
P2	Na formação continuada	Com frequência	Sim, pois é possível articular os conhecimentos populares como ponto de partida para o ensino de conceitos químicos.
P3	Na formação continuada	Com frequência	Muito importante.
P4	Na formação continuada	Raramente	Sim. Acho interessante pois entender a natureza, com o desenvolvimento tecnológico, auxilia no desenvolvimento da sociedade.
P5	Na formação continuada	Com frequência	Sim. Fundamental a busca por outras áreas de conhecimentos para articular com os conhecimentos prévios dos estudantes, conceitos químicos e contribuir no desenvolvimento de questionamento das relações CTS, como também o pensamento reflexivo deles.

P6	Na formação inicial	Raramente	Sim, é muito importante. Por meio dela o/a estudante percebe que os conteúdos vistos em sala de aula estão presentes em seu cotidiano. Então, ela dá maior significado aos conteúdos. Também contribui para a formação de pessoas críticas, que irão utilizar os conhecimentos construídos durante as aulas para tomar decisões em benefício da comunidade onde estão inseridas.
P7	Outros (Mestrado)	Raramente	Sim. Considerando que a Química está presente em nosso cotidiano. No diálogo e reflexões sobre as relações CTSA emergirá o conteúdo de Química.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por meio do levantamento inicial, verificamos que cinco das sete participantes responderam que estudaram sobre as relações entre CTS/CTSA durante cursos de formação continuada. Apenas P6, cuja formação inicial é a mais recente entre as participantes, informou que estudou sobre CTS/CTSA durante o curso de Licenciatura em Química. Apesar disso, P6 disse que raramente utiliza a abordagem CTS/CTSA para ensinar conteúdos químicos. A professora P7 informou que estudou sobre as relações CTSA durante a pós-graduação.

Ao serem questionadas se já utilizaram/utilizam a abordagem CTS/CTSA, quatro professoras (P1, P2, P3 e P5) responderam que utilizam com frequência e três professoras (P4, P6 e P7) responderam que raramente utilizam a abordagem CTSA em suas aulas. Quando perguntadas se a abordagem CTS/CTSA é importante para trabalhar conteúdos de Química, todas as participantes concordam com a importância do uso da abordagem CTS/CTSA para trabalhar conhecimentos químicos. No entanto, manifestaram percepções diferenciadas acerca dessa importância ao relacionar a abordagem CTS/CTSA: como forma de contextualização (P1), como forma de entender a natureza e sua relação com a tecnologia e a sociedade (P4), como ponto de partida para trabalhar os conceitos químicos (P2), para o desenvolvimento de pensamento reflexivo (P5, P7) e de pessoas críticas (P6).

A abordagem CTS/CTSA, como vimos anteriormente por meio de alguns artigos selecionados na literatura, tem sido amplamente adotada como uma maneira de ensinar Ciências, incluindo a Química, de uma forma mais significativa e relevante para os alunos. No entanto, pode haver uma variedade de interpretações do que essa abordagem envolve e como deve ser implementada na prática. Notamos que algumas das professoras participantes do encontro orientador, ao descreverem que consideram a importância da abordagem CTS/CTSA para trabalhar conteúdos de Química, têm uma compreensão superficial dessa abordagem, acreditando, erroneamente, que se trata apenas de incorporar temas atuais ou tecnologia em

suas aulas de Química. Contudo, a abordagem CTS/CTSA é muito mais ampla do que isso e envolve a integração de questões sociais, políticas, econômicas e éticas ao trabalhar conteúdos escolares, tal como idealizado na SD que foi analisada pelas professoras participantes do curso de extensão.

### 5.1.3 Aplicabilidade da SD

Com o intuito de analisar as percepções manifestadas pelas professoras de Química do contexto da prática ou que atuam no Ensino Médio sobre a aplicabilidade da SD, foi feita, ao final de cada encontro do curso de extensão, a seguinte questão: você considera que o encontro 1 (2, 3, 4 ou 5), da forma como está apresentado na sequência didática, é possível de ser desenvolvido em sala de aula? Comente.

De modo geral, as professoras participantes do curso de extensão manifestaram aspectos positivos quanto ao desenvolvimento da SD em sala de aula, como: estar bem fundamentada (“A sequência didática está muito bem fundamentada [...]”, P5/Q.3.1); contribuir para a discussão de temas variados (“[...] a sequência favorece a discussão sobre temas variados, sobretudo impactos ambientais e relevância no uso cotidiano.”, P2/Q.2.1); instigar reflexões sobre as relações entre CTS (“Apresenta elementos instigadores para reflexões sobre as relações CTS.”, P7/Q.4.1); e capacidade de ser adaptada à realidade da escola/turma (“[...] pode ser adaptada à realidade de cada escola, de cada turma, de acordo com o número de aulas etc.” (P2/Q.3.1).

A professora P3, em três momentos distintos, destacou a contribuição do produto educacional para a instrumentalização do professor:

A SD apresentada está instrumentalizada, fundamentada, com condições para que o professor possa aprofundar a temática na sua prática docente. (P3/Q.3.1)

A SD apresenta material fundamentado capaz de instrumentalizar o professor. (P3/Q.4.1)

A SD apresenta informações que possibilitam a instrumentalização do professor, com destaque ao ciclo dos smartphones e os impactos ambientais. (P3/Q.5.1)

Ao comparar as respostas da professora P4 à questão 1 no primeiro e último encontro, pudemos observar que ela justifica a futura adoção da SD em sua prática pedagógica reconhecendo que a abordagem apresentada no produto educacional contribui para o estabelecimento de sentidos para os estudantes (“[...] pretendo trabalhar ano que vem, pois o ensino desta forma faz sentido ao educando.”, P4/Q.1.1) e que, no contexto educacional atual,

o objeto de conhecimento tabela periódica é trabalhado de forma superficial (“porque muitas vezes nós educadores trabalhamos a tabela periódica superficialmente.”, P4/Q.5.1).

Vale destacar que a professora P4, ao utilizar o termo “nós educadores”, apresenta sua percepção de que a tabela periódica é utilizada apenas como uma ferramenta no ensino de Química, e não como um recurso didático a ser explorado com os estudantes.

Em relação aos aspectos negativos manifestados pelas professoras participantes, destacamos a necessidade de aumentar o número de aulas (“[...] necessidade de um número maior de aulas.”, P1/Q.1.1) e a adoção parcial da SD, considerando a defasagem de aprendizagem por parte dos estudantes:

[...] talvez de uma forma não tão aprofundada. Neste momento, os estudantes estão com muita defasagem de conteúdos. (P5/Q.1.1)

Em algumas turmas é perfeitamente possível desenvolver da forma como está proposto. Entretanto, em outras, deve-se fazer alguns ajustes em relação a quantidade de material, pensando no número de alunos por turma e número de aulas. (P5/Q.3.1)

[...] considerando o contexto pós-pandemia, em que muitos alunos apresentam uma grande defasagem nos conteúdos. (P6/Q.1.1)

Algumas professoras apresentaram sugestões para melhorias da SD, como: levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (“[...] No item "Sugestão ao professor" sugiro que insira alguns questionamentos propositivos para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes [...]”, P3/Q.2.1); indicação para “[...] Explorar um pouco mais sobre os elementos químicos serem representados por siglas” (P3/Q.2.1); e de trabalhos colaborativos e estratégias para que os estudantes atuem de forma ativa:

Desde que o professor utilize uma estratégia para os estudantes tomarem conhecimento dos textos e assistirem o vídeo de forma ativa. Colaborativamente, por estudo dirigido, com questões propositivas instigadoras. (P7/Q.3.1)

Enquanto a primeira e a terceira sugestões apresentam elementos importantes a serem considerados em práticas pedagógicas alinhadas à abordagem CTSA, e serão considerados no processo de reelaboração do produto educacional, a segunda sugestão representa a dificuldade de se distanciar da abordagem tradicional de ensino do objeto de conhecimento tabela periódica. Para a professora P2, é exatamente esse distanciamento que deve ser buscado no contexto de sala de aula:

É muito importante inserir em nossas aulas materiais que levem os estudantes à indagação sobre o que estão estudando, não apenas decorar os elementos da tabela periódica, mas entender suas características, suas semelhanças suas diferenças, suas potencialidades em um contexto de utilização no dia a dia, fazê-los entender que a

ciência é construída sempre, não é estática e não está limitada ao laboratório. (P2/Q.4.1)

No encontro 5 da SD, intitulado “Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?”, a professora P1 fez alguns apontamentos que merecem destaque. Ela enfatiza a importância dos aspectos sociais trabalhados no encontro 5 e como essas discussões podem contribuir para formar cidadãos conscientes acerca de seu papel na sociedade, que são a todo tempo influenciados e cujas escolhas podem impactar em vários setores da sociedade.

[...] O tempo todo a questão social permeia a sequência didática mas neste e no encontro passado há uma ênfase maior nesse aspecto. [...] a sequência ficaria totalmente incompleta sem essa parte, é aqui que culmina todo o aspecto social do que foi abordado anteriormente e, esse aspecto social tem se tornado importantíssimo em nossas aulas, para formar estudantes conscientes de seu papel social, de como são influenciados e o impacto que essa influência exerce em vários setores. (P1/Q.5.1).

Além disso, na percepção da professora P1 “isoladamente [...] essa parte da sequência não fizesse muito sentido, porém, com todo material desenvolvido anteriormente é possível fazer uma ligação muito interessante entre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais”. Tal percepção reforça a completude idealizada ao elaborar a SD, que explora diferentes parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA com o intuito de buscar trabalhar de forma mais adequada o objeto de conhecimento tabela periódica.

Algumas percepções sobre a aplicabilidade da SD quando as professoras responderam à questão “Faça comentários que julgar pertinente ou que possa contribuir para a melhoria do encontro 1 (2, 3, 4, 5) da sequência didática”. Observamos, com base nas respostas a essa questão, uma boa aceitação da SD pelas professoras:

A SD está bem contextualizada, mas é claro, sempre achamos que é possível realizar melhorias [...]. (P1/Q.1.5)

Só elogios. Parabéns pelo belo trabalho, espero ter acesso e permissão para trabalhar com este material. Nós educadores e educandos precisamos cada dia mais entrar no mundo virtual educacional, acredito que desta forma o conhecimento vai se tornar significativo para o aluno. (P4/Q.1.5).

Toda sequência didática precisa fazer sentido ao educando. Neste encontro os estudantes vão participar ativamente da aula. Vai conhecer os elementos envolvidos na construção do smartphone e eles vão entender os riscos do uso contínuo do aparelho. Gostei bastante desta sequência didática, muito bem explorado o conteúdo parabéns. (P4/Q.2.5)

Bastante produtivo e esclarecedora. (P1/Q.3.5)

Gostei muito desse encontro e dessa parte da sequência, não tenho nada a acrescentar. (P2/Q.3.5)

Posso parecer repetitiva [...] mas realmente, não tenho nenhuma sugestão de melhoria, a sequência, no meu ponto de vista, está perfeita. (P2/Q.4.5)

Como sugestões, as professoras P5 e P7 pontuaram ser necessário refletir sobre o número de aulas necessárias para o desenvolvimento da SD. A professora P7 reforça quanto ao uso de fragmentos de TDCs, tal como indicado nos encontros da SD, e da necessidade de detalhamentos das aulas, uma vez que “muitos professores farão a leitura ou aula expositiva sobre o TDC”.

A SD está bem contextualizada, mas é claro, sempre achamos possível realizar melhorias. Não quero me antecipar aqui, prefiro responder esta questão no último encontro. (P1/Q.1.5)

Deve-se pensar no número de aulas para aplicar a sequência didática. (P5/Q.3.5)

Para 2 aulas semanais, é bastante trabalho. Talvez a ideia de trazer somente fragmentos dos textos seja interessante. E, disponibilizar para o estudante o texto na íntegra para aprofundamento. (P7/Q.3.5)

Seria interessante que a SD trouxesse um detalhamento da aula, com as estratégias que podem ser utilizadas para o desenvolvimento do TDC proposto, assim como foi para o *podcast*. Da forma que está apresentado, muitos professores farão a leitura ou aula expositiva sobre o TDC. (P7/Q.5.5)

A professora P3 sugeriu uma melhoria de redação (“explora o momento no qual os smartphones deixam de ser úteis e precisam ser descartados/substituídos por aparelhos mais novos”) para o encontro 1 da SD:

Na segunda parte do encontro, sugestão de escrita: explorar os motivos pelos quais os estudantes apresentam/acreditam que os smartphones deixam de ser úteis e na percepção deles precisam ser descartados/substituídos por aparelhos mais novos. (P3/Q.1.5)

A ação indicada acima, que trata da possibilidade de promover a visão crítica dos estudantes a respeito da vida útil dos smartphones, está contemplada no encontro 1 e será retomada em outros encontros da SD.

Após a realização do curso, com as professoras tendo conhecimento do conteúdo total da SD, foi solicitado que as participantes realizassem comentários sobre a SD por meio da questão: “Você considera que o conjunto de encontros apresentados (cinco encontros) são passíveis de serem aplicados no contexto de sala de aula?”. A SD analisada pelas participantes mostrou-se viável a sua aplicabilidade em sala de aula. As professoras P3 e P4 responderam que aplicariam todos os encontros da SD, enquanto a professora P2 reforçou aspectos

relacionados à aplicabilidade da SD e fez um comentário acerca da contribuição para a instrumentalização do professor:

Sim, a sequência traz um material que trabalha de maneira bastante profunda todas as dimensões da abordagem CTS com atividades e textos interessantes e instigantes para os estudantes. As atividades propostas são acessíveis do ponto de vista de recursos nas escolas. Portanto acredito que, sim, tudo o que foi apresentado na sequência pode ser aplicado em sala de aula com sucesso. (P2/Q.5.6)

Surgiram duas preocupações com relação ao tempo demandado para o desenvolvimento da SD:

Sim. Só não sei se conseguiria aplicar todas as sequências em apenas 10 aulas, como foi sugerido. Talvez teria que disponibilizar mais aulas, ou analisar um a um e fazer alguns recortes para diminuir o número de aulas. Vai depender do número de alunos por sala e do interesse dos mesmos pelo conteúdo abordado. Tenho que conhecer meus alunos e planejar a melhor maneira de aplicar as sequências sugeridas. (P5/Q.5.6)

Sim, com um certo aperto quanto ao tempo (disponibilidade de aulas). (P7/Q.5.6)

A SD idealizada, estruturada com base na abordagem CTS/CTSA, visa promover a aprendizagem significativa e a construção do conhecimento pelos estudantes por meio de uma sequência estruturada de atividades de ensino-aprendizagem. Por isso, surgiu a indagação aos participantes: “Se tivesse a oportunidade de aplicar a SD em sala de aula, você aplicaria todos os encontros ou aplicaria partes dos encontros?”

Obtivemos respostas de participantes que concordaram com a SD e a aplicariam em sua totalidade:

Todas as SD, pois a partir do primeiro encontro é possível coletar as percepções dos estudantes sobre os smartphones e após o desenvolvimento das temáticas das demais SD, coletar deles as novas percepções. (P3/Q.5.7)

Sim. Se tivesse oportunidade aplicaria a todos, pois estão bem fundamentados e ricos em informações. (P5/ Q.5.7)

Mas a SD também foi elaborada para ser flexível, levando em consideração, por exemplo, a possibilidade de sua aplicação de forma parcial. Essa percepção de flexibilidade foi manifestada pelas professoras P4 e P7:

As aulas desta SD podem ser aplicadas na ordem sugerida ou também algumas aulas podem ser utilizadas para outros objetivos de aprendizagem, bem como parte de cada uma delas. Somente os TDC, ou os vídeos. (P7/Q.5.7)

Aplicaria partes, pelo fato de nosso tempo em sala de aula ser muito corrido, mas com certeza aplicaria um pouco de cada sequência apresentada. (P4/Q.5.7)

A professora P2, de forma complementar, justifica, com base no contexto vivenciado de transição para o Novo Ensino Médio, que aplicaria partes da SD e que, no futuro, tentaria aplicar a SD inteira.

Acredito que a sequência completa seja difícil de aplicar em turmas com 2 aulas semanais. Embora todo o contexto explicitado na sequência seja muito interessante e importante, estamos passando por uma mudança no ensino médio (Novo ensino médio), com uma redução gradual do número total de aulas de química no currículo da FGB, e reorganização do currículo, portanto neste momento, enquanto não me familiarizo com este número de aulas e novo modelo de currículo e carga horária eu tentaria utilizar partes da sequência didática. Num momento futuro, com mais familiaridade com o novo ensino médio, eu tentaria utilizar a sequência inteira caso seja possível encaixá-la no novo currículo. (P2/Q.5.7)

Kubiak, Machado e Silveira (2020), ao investigar as concepções sobre CTS dos professores que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio de um município paranaense, observaram que estes não possuem concepções CTS totalmente adequadas. A partir da pesquisa, as autoras defendem “[...] a necessidade da inclusão da perspectiva de ensino CTS na formação inicial e continuada de professores, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e reflexivos quanto ao desenvolvimento científico e tecnológico” (KUBIAK; MACHADO; SILVEIRA, 2020, p. 327).

#### 5.1.4 Recursos didáticos utilizados

A quarta categoria analisada foram os recursos didáticos utilizados. No presente trabalho, assim como Botas e Moreira (2013), entendemos recursos educacionais como todos os materiais que são usados de modo a facilitar os processos de ensino e de aprendizagem. Almeida e Guimarães (2017), considerando a importância do pluralismo didático, pontuam que a utilização de recursos didáticos, apesar de não se constituir em uma novidade, ainda se configura como uma importante ferramenta, capaz de auxiliar na tentativa de superação de lacunas deixadas pelo atual processo de ensino-aprendizagem. Os autores consideram que:

[...] por meio de atividades diferenciadas, os estudantes conseguem assimilar melhor os conteúdos. Por meio de aulas baseadas no pluralismo didático, é possível despertar maior interesse e motivação nos estudantes no ambiente escolar e promover uma melhor aprendizagem dos conteúdos. (ALMEIDA; GUIMARÃES, 2017, p. 302).

Quando perguntadas se “Os recursos didáticos selecionados no encontro 1 (2, 3, 4 ou 5) são adequados para o contexto de sala de aula? Comente.”, todas as professoras participantes do curso de extensão pontuaram aspectos positivos acerca dos recursos didáticos selecionados

para a SD: serem (“[...] recursos que fazem parte da rotina [...]”, P1/Q.1.2) e que podem ser acessados nos smartphones dos próprios estudantes:

Os educandos usam muito o celular durante as aulas. (P4/Q.1.2).

São recursos que os alunos já utilizam, principalmente os aparelhos celulares. (P5/Q.1.2).

Entre os argumentos favoráveis à utilização dos recursos didáticos, as professoras pontuaram que “são diversificados, adequados e motivadores, estimulam a curiosidade do estudante” (P7/Q.3.2). Uma das professoras (P6) chamou a atenção para a duração do vídeo sugerido no terceiro encontro da SD que, segundo ela, “[...] é curto, então não há o problema de os alunos perderem a concentração e também desperta o interesse pelo tema proposto” (P6/Q.3.2).

A linguagem acessível e simples dos recursos didáticos foi indicada por três das professoras participantes:

[...] utilizam linguagem acessível sem deixar de ser científica e promove o engajamento dos estudantes. (P2/Q.2.2)

Para todos os públicos, a forma é de simples compreensão. (P4/Q.4.2)

O texto sugerido apresenta uma linguagem simples, bastante acessível e contém termos provocativos que despertam a curiosidade dos alunos, promovendo discussões muito significativas. (P6/Q.2.2)

Possíveis dificuldades, e eventuais alternativas para mitigação, para o uso dos recursos didáticos em sala de aula foram pontuadas:

[...] creio que para disponibilizá-los [o professor se refere aos TDC] às/aos estudantes a/o professora/or precisaria "organizar" sem direcioná-los 100% a leitura. (P1/Q.3.2)

A maioria das nossas escolas possuem laboratório de informática e aparelhos de tv, porém o sinal de internet às vezes pode falhar. (P3/Q.2.2)

[...] muitas infelizmente ainda não disponibilizam computadores para todos os educandos. (P4/Q.2.2)

[...] às vezes na sala de aula, não tem os recursos necessários como: data show e internet de boa qualidade para passar o vídeo. (P5/Q.3.2)

[...] os vídeos podem ser acessados em sala de aula. O professor também pode salvar esses vídeos em um pendrive e reproduzir naquelas situações em que não há conexão com a internet. (P6/Q.1.2)

A contribuição dos recursos didáticos para explorar as relações CTSA foram pontuadas por algumas das professoras participantes:

Os recursos didáticos possibilitam discutir com os estudantes desde a obtenção do lítio até a tecnologia para produzir a bateria. (P3/Q.4.2)

[...] permite compreender como o consumidor percebe a necessidade de mudança de smartphone. [...] aqui é possível uma discussão para a consciência individual e coletiva. (P3/Q.5.2)

[...] trás muita leitura dos malefícios do uso excessivo dos elementos químicos naturais. (P4/Q.5.2)

[...] faz o estudante refletir e se conscientizar que o consumo exagerado dos smartphones provoca impactos ambientais e sociais, no âmbito individual e coletivo. Dessa forma, é possível desenvolver um trabalho com os estudantes em sala aula os quais, possam conscientizar outras pessoas, através de panfletos, vídeos, áudios, entre outros, sobre os problemas causados com o descarte prematuro dos smartphones. (P5/Q.5.2)

[...] os documentos que apresentam os prós e contras da exploração dos metais terras-raras podem ser analisados pelos alunos em casa mesmo e oferecem um excelente embasamento para o debate. (P6/Q.3.2)

Os vídeos e TDCs selecionados fornecem subsídios aos estudantes para as discussões sobre as questões sugeridas. (P7/Q.4.2)

[...] os TDC e imagens trazem elementos que são necessários para a formulação dos argumentos dos estudantes. (P7/Q.5.2)

Castro (2019), em sua dissertação de mestrado, avaliou a potencialidade de uma SD, para o ensino de Química na Educação Básica, com enfoque no ensino CTS e no Ensino por Investigação abrangendo o tema “Água potável”. A autora aponta como principais potencialidades da SD o aumento do interesse e da participação dos estudantes, bem como o desenvolvimento de conteúdos educacionais atrelados à promoção da consciência ambiental, social e política em relação ao uso consciente da água potável. Em relação aos desafios, a Castro (2019, p. 8) destaca que:

[...] a questão do tempo do professor da escola pública, já sobrecarregado de aulas, para o planejamento e aplicação de atividades desta natureza. [...] a necessidade de superar a falta de conhecimentos prévios e a expressiva deficiência na capacidade leitora e escritora apresentadas pelos estudantes, decorrentes de uma educação básica pouco valorizada pela sociedade e carente de investimentos públicos.

Podemos observar que os desafios pontuados por Castro (2019) emergiram, no presente trabalho, das respostas das professoras participantes do curso de extensão. Tal fato evidencia um contexto nacional, no qual há professores sobrecarregados com suas funções enquanto docentes, e deficiências formativas por parte dos estudantes, que ainda hoje precisam ser superadas. Entre as alternativas para superação dessa defasagem de aprendizagem, o uso de recursos didáticos diferenciados têm sido sugeridos em trabalhos da área de Ensino.

Segundo Nicola e Paniz (2017, p. 355) “[...] o uso de metodologias e recursos diferentes proporcionam aos alunos ganhos significativos no processo de ensino e aprendizagem, os mesmos sentem-se motivados e se mostram mais interessados quando neles é despertada a vontade da construção de conhecimento”. Apesar dessa constatação, Freitag (2017, p. 20) observou que os professores reconhecem as contribuições dos recursos didáticos diferenciados, mas preferem métodos tradicionais devido ao maior domínio da sala de aula:

[...] a escolha dos recursos didáticos utilizados por docentes em salas de aula é uma etapa de grande relevância no processo ensino-aprendizagem, uma vez que recursos adequados podem representar instrumentos facilitadores capazes de estimular e enriquecer a vivência diária não só dos educadores, mas também dos educandos. [...] embora seja de senso comum que a utilização de recursos didáticos diferenciados seja benéfica e necessária, alguns educadores ainda preferem métodos mais tradicionais de ensino visando o maior domínio da sala de aula.

Aqui observamos novamente a importância de se discutir e explorar recursos didáticos diferenciados, seja na formação inicial e/ou continuada, para que o professor seja instrumentalizado e se sinta confortável para aplicação desses.

## **5.2 Percepções manifestadas pelas professoras participantes do curso de extensão acerca da presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD**

Para dar conta de responder ao presente objetivo específico, dez questões foram feitas às professoras participantes ao longo do curso de extensão. Essas questões foram divididas em duas categorias *a priori*: percepções das participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de parâmetros da abordagem CTSA (cinco questões realizadas, uma em cada um dos encontros 1, 2, 3, 4 e 5); percepções das participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de propósitos educacionais da abordagem CTSA (cinco questões realizadas, uma em cada um dos encontros 1, 2, 3, 4 e 5).

### **5.2.1 Percepções das participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de parâmetros da abordagem CTSA**

Em relação à questão que buscou analisar se as professoras percebiam a presença de parâmetros da abordagem CTSA na SD, as professoras participantes informaram que todos os encontros da SD permitem alcançar objetivos relacionados a parâmetros da abordagem CTSA.

Vale ressaltar que, Strieder e Kawamura (2017) identificaram três maneiras diferentes de como as relações CTS são abordadas em trabalhos da área de Ensino de Ciências – dimensão denominada pelas autoras como parâmetros da educação CTS, que sintetizam diferentes olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade – e podem servir de aporte para a inserção de

discussões pertencentes ao campo CTS na educação científica: racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social.

O primeiro encontro da SD teve como objetivo, relacionado aos parâmetros da abordagem CTSA, explorar aspectos da participação social, em especial os relacionados às decisões individuais e coletivas, quanto ao ciclo de consumo de smartphones. Podemos observar, com base nas respostas da questão 3, que os professores participantes percebem que a SD pode contribuir para explorar aspectos da participação social, ao envolver decisões individuais:

[...] dá condições para o professor mediar discussões no sentido da propaganda poder incitar os consumidores, como também saber dos estudantes se é possível fazer mais coisas ainda com o smartphone além do que a propaganda já apresenta. (P3/Q.1.3)

É algo que deve ser abordado e explorado com os estudantes, despertando a consciência do desperdício e excesso de consumismo. (P5/Q.1.3)

Acredito que os estudantes terão uma outra ideia sobre o consumo de smartphones. Eles irão refletir se existe a necessidade de trocar de aparelho sempre que a marca lança um modelo novo ou se essa necessidade surge quando o celular apresenta um problema técnico. (P6/Q.1.3)

Aspectos relacionados a decisões coletivas são observadas nas respostas dos professores P3 e P4:

A SD dá condições ao professor na sensibilização dos estudantes, para que eles conscientizem outras pessoas de diferentes formas quanto ao impacto do smartphone na vida cotidiana e no meio ambiente. (P3/Q.1.3)

Porque se torna acessível a eles e assim podem alertar as pessoas de seu convívio sobre os benefícios e malefícios do uso do celular. (P4/Q.1.3)

A professora P1, apesar de não responder conforme esperado, apresentou uma reflexão importante a respeito da aplicabilidade da SD no contexto educacional. Segundo ela, alcançar os objetivos propostos na SD “irá depender da realidade e da vivência de cada estudante e professora/or, pois temos níveis bem desiguais de aprendizagem e formação tanto das/os estudantes quanto das/os professoras/es.” (P1/Q.1.3).

O segundo encontro da SD teve como objetivo, relacionado aos parâmetros da abordagem CTSA, explorar aspectos da racionalidade científica que permitam explicitar a presença da ciência no mundo, principalmente no que se refere ao uso de diferentes elementos químicos para a fabricação de smartphones. Podemos observar, com base nas respostas da questão 3, que os professores participantes percebem que a SD pode contribuir para explorar aspectos relacionados à presença de diferentes elementos químicos para a fabricação de

smartphones, a necessidade de reciclagem e de buscar alternativas quanto aos elementos químicos usados na fabricação desses dispositivos, bem como trabalhar com diferentes formatos de tabela periódica.

Em vários momentos são apresentadas informações sobre os elementos que estão presentes na fabricação de um smartphone. (P2/Q.2.3)

A temática amplifica para outros questionamentos relacionados ao consumismo da maioria das pessoas em adquirir aparelhos melhores, reciclagem desses elementos, o custo ambiental e até pensar se seria possível substituir uma parte desses elementos por outros que causam menos danos. Além da questão econômica envolvida dos fabricantes dos smartphones em não revelar muitas, em não revelar a composição desses aparelhos. (P3/Q.2.3)

[...] mostrar várias tabelas periódicas explora os aspectos da racionalidade científica. (P4/Q.2.3)

[...] as atividades propostas permitem que os alunos conheçam os elementos presentes nos smartphones, bem como as suas propriedades, o que contribui para entender melhor a função de cada um no aparelho. Além disso, conhecendo melhor o que é o smartphone, como é o seu funcionamento, é possível desenvolver métodos adequados de reciclagem desse equipamento. (P6/Q.2.3)

O terceiro encontro da SD teve como objetivo, relacionado aos parâmetros da abordagem CTSA, questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, desenvolvidas no contexto brasileiro, para a obtenção de elementos químicos terras raras, que são utilizados na fabricação de smartphones. Segundo a professora P2 “todo o material utilizado promove a discussão e desperta o interesse em saber mais sobre o assunto” (P2/Q.3.3), a professora P1, considerando que os elementos químicos terras raras são utilizados para a fabricação de outros tipos de dispositivos eletrônicos, complementa que “[...] também pode expandir para outros dispositivos eletrônicos como TVs, notebooks, equipamentos de áudio e outros” (P1/Q.3.3). A professora P7 pontua que para se alcançar os objetivos propostos na SD “dependerá de como o professor conduz as discussões e reflexões” (P7/Q.3.3). As professoras P3 e P5 apresentaram, em suas respostas, argumentos relacionados à falta de tecnologia, no contexto brasileiro, para explorar elementos químicos terras raras, dando um enfoque aos aspectos relacionados à dimensão Tecnologia. A professora P6, para além das questões relacionadas à Tecnologia, pontua que há outros fatores relacionados à extração de terras raras no Brasil e coloca em perspectiva “o conflito de interesses entre mercado x meio ambiente, setor produtivo versus comunidades indígenas”.

[...] traz instrumentos articulados para discutir sobre o Brasil ter reservas de minérios, entretanto o obstáculo é na extração desses elementos, ou seja, o país demonstra

dificuldades em desenvolver pesquisas no contexto brasileiro por falta de investimentos e vontade política. (P3/Q.3.3)

A sequência didática aborda que o Brasil precisa continuar investindo em novas tecnologias para extração e separação de elementos químicos, terras-raras. (P5/Q.3.3)

O Brasil ainda não possui muitas tecnologias para a obtenção dos metais terras-raras, sendo necessária a importação de boa parte da matéria-prima que será utilizada na fabricação dos smartphones. Por meio do encontro os alunos poderão refletir sobre várias questões envolvidas nisso, como por exemplo, o conflito de interesses entre mercado x meio ambiente, setor produtivo x comunidades indígenas etc. (P6/Q.3.3)

O quarto encontro da SD teve como objetivo, relacionado aos parâmetros da abordagem CTSA, discutir sobre o desenvolvimento tecnológico de baterias para smartphones buscando reconhecer que para o funcionamento desse aparato foram, e ainda são, necessários recursos humanos (técnicos, cientistas etc.) e materiais. A maior parte das respostas das professoras a essa questão foram superficiais e apontaram para aspectos genéricos da SD, tais como: “todos os materiais são muito explicativos. Gostei muito de todas as explicações e do material apresentado pelo professor” (P2/Q.4.3); “o teor dos recursos didáticos apresenta esta proposição” (P7/Q.4.3); “proporciona aos educandos o contato com textos científicos” (P4/Q.4.3). A professora P3, diferentemente das três professoras mencionadas anteriormente, indicou que o encontro incita várias questionamentos, como:

Será que o lítio é o único elemento para produção de energia? Que tipo de materiais e recursos humanos são necessários na produção de bateria com características de ser eficiente, seja leve e sem risco de explosão? (P3/Q.4.3)

O quinto encontro da SD teve como objetivo, relacionado aos parâmetros da abordagem CTSA, discutir sobre os problemas e os impactos oriundos do consumo de smartphones que demandam decisões coletivas para mitigar os problemas decorrentes desse consumo. Segundo a professora P3, o encontro está munido de “[...] muita leitura dos malefícios do uso excessivo dos elementos químicos naturais” (P4/Q.5.3). As professoras P2, P3 e P5 apresentam em suas respostas à questão 3 argumentos que relacionam o consumo exagerado de smartphones com impactos negativos ao meio ambiente, o que demanda de compromissos individuais e coletivos para mitigar esses problemas.

[...] essa parte da sequência proporciona uma reflexão sobre a influência a que somos submetidos, o quanto nos rendemos a ela e o quanto isso impacta no meio ambiente. Promove, também, uma reflexão sobre formas de minimizar esse impacto. (P2/Q.5.3)

[...] permite compreender como o consumidor percebe a necessidade de mudança de smartphone. [...] Outro aspecto relevante é que, a medida que a tecnologia melhora, o processo de fabricação dos smartphones se tornam mais baratos, o produto mais

acessível. Assim, a tecnologia não contribui para o meio ambiente de forma sustentável. Reflexão sobre a reciclagem do lixo eletrônico, importante fonte de minerais. (P3/Q.5.3)

[...] dá subsídios para pensar, refletir e discutir sobre os problemas e impactos causados pelo consumo exagerado dos smartphones e o compromisso individual e coletivo em relação a estes problemas. (P5/Q.5.3)

### 5.2.2 Percepções das participantes do curso de extensão quanto à presença na SD de propósitos educacionais da abordagem CTSA

Em relação à questão que buscou analisar se as professoras percebiam a presença de propósitos educacionais da abordagem CTSA, as professoras participantes informaram que todos os encontros da SD permitem alcançar objetivos relacionados aos propósitos educacionais da abordagem CTSA.

Vale ressaltar que Strieder e Kawamura (2017) identificaram três diferentes perspectivas educacionais da abordagem CTS que são abordadas em trabalhos da área de Ensino de Ciências – dimensão denominada pelas autoras como propósitos educacionais da educação CTS –, que são agrupados em três grandes grupos que buscam o desenvolvimento de: (i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania e (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

O primeiro encontro da SD tem como objetivo, relacionado aos propósitos educacionais da abordagem CTSA, desenvolver questionamentos sobre como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone. Segundo as autoras, essa perspectiva busca ir além de contextualizar o conhecimento científico escolar, discutindo “as implicações do desenvolvimento científico tecnológico na sociedade e, com isso, almeja uma compreensão sobre a utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 44). Nessa perspectiva, o conhecimento científico não é visto como finalidade dos processos de ensino-aprendizagem, mas como “meio para a formação de cidadãos aptos a julgar e tomar decisões conscientes” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 44).

As professoras P1 e P5 apresentam, em suas respostas à questão 4, aspectos gerais relacionados à motivação dos estudantes ao tema proposto, os quais despertam o interesse e a curiosidade deles:

[...] achei genial o fato de "abrir a caixa preta". Eu, quando vejo um artefato ou dispositivo eletrônico ou analógico costumo pesquisar sobre a história do mesmo e me questiono sobre o número de elementos químicos existentes ali. (P1/Q.1.4)

O artefato tecnológico smartphone, faz parte da vida do estudante. Acredito que a sequência didática apresentada irá despertar sim o interesse e curiosidade dos estudantes. (P5/Q.1.4)

Apesar do objetivo pontuado para esse encontro, observamos na resposta da professora P4 a percepção de que os estudantes devem intensificar o uso de tecnologias disponíveis nos smartphones em sala de aula: “[...] nossos educandos precisam trazer para a educação dele as tecnologias disponíveis nos smartphones. Meus alunos por exemplo adoram fazer slides, canvas, e muito mais pelo celular” (P4/Q.1.4). Tal percepção é contrária ao que se espera quando do desenvolvimento do primeiro encontro da SD. Não se trata apenas de utilizar o smartphone ou direcionar o uso desse aparato para fins educacionais, mas contribuir para o desenvolvimento de questionamentos por parte dos estudantes acerca de como nos relacionamos com esse artefato tecnológico, tal como pontuam as professoras P3 e P6:

[...] dá condições ao professor para mediar questionamentos sobre o funcionamento da logística reversa e conhecer as percepções dos estudantes no autocontrole do uso dos smartphones. (P3/Q.1.4)

Os estudantes irão perceber que utilizam o aparelho o tempo todo, mas não compreendem o seu funcionamento, não sabem quais são os seus componentes. Isso despertará curiosidade nos alunos, instigando-os para o tema proposto e contribuindo para a aprendizagem. (P6/Q.1.4)

Segundo a professora P6, trabalhar com o desenvolvimento de questionamentos pode contribuir ainda para que os estudantes generalizem tal prática “[...] para outras situações cotidianas em que acabam utilizando outra ferramenta, sem compreendê-la na sua totalidade” (P6/Q.1.4).

O segundo encontro da SD tem como objetivo, relacionado aos propósitos educacionais da abordagem CTSA, desenvolver relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto vivenciado pelos estudantes que permitam contextualizar os objetos de conhecimentos elementos químicos e tabela periódica. As professoras participantes pontuaram que a SD apresenta informações suficientes para que os objetos de conhecimento tabela periódica e elementos químicos sejam apreendidos por meio da contextualização ao se explorar a temática elementos químicos presentes em smartphones:

O material traz bastante informação sobre o tema, sendo perfeitamente possível associar os elementos da tabela periódica ao smartphone, que é o tema central da sequência, portanto ao longo da sequência didática fica bem clara essa relação. (P2/Q.2.4)

É possível fazer essa relação, pois no texto da SD é mencionada os diversos elementos químicos básicos que compõem as placas de circuito impresso, câmeras traseiras e o

chip de comunicação. Além disso, vale destaque para as possibilidades de aplicativos disponíveis para abordar a tabela periódica em diversas representações da mesma. (P3/Q.2.4)

Ao estudar a tabela periódica o estudante começa a entender sua organização e conhecer os elementos químicos, onde ele pode ser utilizado e principalmente em seu smartphone, levando a aprendizagem significativa do uso em excesso do aparelho de celular. (P4/Q.2.4)

Nossos estudantes manipulam os smartphones o tempo todo, mas desconhecem a tecnologia que foi empregada para a produção desses aparelhos, e por não conhecer a composição química das peças do equipamento e os riscos que esses elementos químicos oferecem, acabam descartando de modo inadequado, o que traz graves problemas ao meio ambiente e à saúde das pessoas. A sequência didática proposta conscientiza nossos estudantes desse contexto em que estão inseridos e dá condições (a partir do conhecimento científico) para que esses alunos escrevam uma nova realidade, um novo contexto, mais sustentável, do qual são protagonistas. (P6/Q.2.4)

O terceiro encontro da SD tem como objetivo, relacionado aos propósitos educacionais da abordagem CTSA, contribuir para o desenvolvimento de compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos, levando em consideração eventuais desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais decorrentes da implementação da mineração de terras raras. As professoras concordam que a SD pode contribuir para o desenvolvimento do objetivo proposto, uma vez que “a sequência didática está bem fundamentada nesta questão” (P5/Q.3.4), ainda que o alcance de tal objetivo “[...] dependerá de como o professor conduzir as discussões e reflexões” (P7/Q.3.4). Podemos observar que, de maneira complementar, as professoras P1, P3 e P6 pontuam elementos importantes alinhados ao objetivo proposto, tais como discutir/refletir acerca de possíveis impactos socioambientais, tecnologias utilizadas para extração de terras raras e alternativas sustentáveis.

[...] é necessário mostrar os impactos ambientais que regiões em que há a exploração de terras-raras sofrem/am na China. A questão da exploração em regiões indígenas no Brasil e outros aspectos. (P1/Q.3.4)

A SD possibilita que na prática do professor os estudantes percebam as relações CTS. Além disso, outros aspectos vale destacar como as consequências sociais e impactos ambientais dos processos tecnológicos para a extração dos elementos de terra rara. Permite também analisar qual ganho e prejuízo das tecnologias envolvidas? E dos interesses políticos, dos setores produtivos e dos países mais desenvolvidos em tecnologias para esse fim. (P3/Q.3.4)

Acredito que os alunos serão capazes de pensar em maneiras alternativas para a obtenção de elementos terras-raras, preservando o meio ambiente e ampliando o setor produtivo brasileiro, garantindo mais empregos e maior renda. Uma dessas alternativas sustentáveis seria, por exemplo, a reciclagem da sucata eletrônica. (P6/Q.3.4)

De forma complementar, a professora P2 pontua que “é muito provável que os próprios estudantes levantem alguns questionamentos a este respeito, porém caso não ocorra, o

professor, pode, com o auxílio do material, instigá-los a fazer tais questionamentos” (P2/Q.3.4). Tal afirmação reforça o papel do produto educacional como recurso didático com potencial para instrumentalizar o professor de Química para o ensino do objeto de conhecimento tabela periódica por meio da abordagem CTSA.

O quarto encontro da SD tem como objetivo, relacionado aos propósitos educacionais da abordagem CTSA, contribuir para desenvolver percepções sobre a presença da ciência e da tecnologia presentes nas baterias utilizadas em smartphones. Segundo as professoras P4 e P7, esse encontro da SD pode ser considerado “uma riqueza de material” (P4/Q.4.4), estando repleto de informações e atividades que “oferece condições aos alunos de construir seus argumentos” (P7/Q.4.4) acerca dos diferentes tipos de baterias desenvolvidas para o uso em aparelhos eletrônicos, tal como pontuam as professoras P2 e P3:

Tudo o que foi apresentado leva, justamente, à reflexão sobre a evolução da tecnologia presente nas baterias e, consequentemente, sobre quem é responsável por essa evolução e a importância dela em todos os setores da sociedade, sobretudo, ambiental. (P2/Q.4.4)

A SD possibilita ao professor mostrar as semelhanças e diferenças entre as baterias já existentes com os diferentes materiais e propor um diálogo com os estudantes a fim de retomar ao tema da SD: por que ainda a indústria produz baterias de íons lítio? Será que existem outras alternativas? Qual fator determinante pelo consumidor? (P3/Q.4.4)

O quinto encontro da SD tem como objetivo, relacionado aos propósitos educacionais da abordagem CTSA, contribuir para o desenvolvimento de compromissos sociais, oportunizando condições de se fazer uma leitura crítica da realidade que vivenciamos com o consumo mundial de smartphones, cujo cenário está marcado por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais. De forma genérica, as professoras P3 e P4 pontuaram que “a SD dá condições para que o professor oportunize reflexões para que o estudante compreenda o que é CTS e estabeleça as relações” (P3/Q.5.4) e que “[...] os educandos e nós precisamos ter mais consciência das consequências de nosso consumismo” (P4/Q.5.4). Já as professoras P2 e P5 manifestaram uma percepção mais alinhada aos objetivos idealizados para o encontro ao considerar que:

A partir do momento em que o estudante entra em contato com esse tipo de reflexão e realmente percebe o meio em que está inserido e o quanto esse meio influencia seu comportamento diante da vivência social, incluindo a aquisição de bens, é inevitável que ele se veja como um agente transformador dessa realidade. Por isso é importante mostrar, não somente o quanto cada um de nós é responsável por esse cenário, mas, também, alternativas para mudá-lo quando necessário, dentro daquilo que está ao nosso alcance. (P2/Q.5.4)

A sequência didática dá subsídios para pensar, refletir e discutir sobre os problemas e impactos causados pelo consumo exagerado dos smartphones e o compromisso individual e coletivo em relação a estes problemas. (P5/Q.5.4)

No entanto, como bem pontuado pela professora P7, para que os estudantes compreendam o encontro 5 de modo adequado, é necessário que as discussões realizadas nos encontros anteriores tenham sido apreendidas.

Para que o estudante possa evidenciar no encontro 5 elementos que o levem a relacionar o S com CT, ele precisa já ter passado pelos momentos anteriores. (P7/Q.5.4)

Vale ressaltar que, em vários momentos, as professoras participantes do curso de extensão pontuaram a importância de aproximar o cotidiano vivenciado pelos estudantes em situações de ensino. A contextualização observada pelos professores é vista como uma estratégia pedagógica que busca relacionar os conceitos químicos ao cotidiano dos estudantes, de maneira a tornar o ensino de Química mais significativo e atrativo. Segundo Santos e Mortimer (1999), ao analisarem as concepções de um grupo de professores a respeito de sua apropriação do termo contextualização no ensino de Química, identificaram três diferentes entendimentos: i) contextualização como estratégia para facilitar a aprendizagem; ii) como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno; e iii) como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico. Os autores apontaram que grande parte dos professores pesquisados entende a contextualização como uma descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o Ensino de Ciências da Natureza, a tabela periódica é um dos vários constructos científicos apresentados na disciplina de Química. Já para o conteúdo escolar, a tabela periódica é trabalhada, geralmente, como uma ferramenta de apoio para estudo de conteúdos, como as transformações químicas das substâncias e os cálculos de massa e quantidade de matéria relacionados. Na perspectiva apresentada, a tabela periódica pode ser entendida como uma caixa-preta, tal como a analogia feita por Bruno Latour ao descrever os fatos científicos que são trabalhados sem questionamentos por praticantes da ciência. Nosso cotidiano está repleto de caixas-pretas, um exemplo é o smartphone, um artefato tecnológico amplamente utilizado por pessoas de diferentes idades e classes sociais, cuja ciência e tecnologia envolvidas, assim como as implicações na sociedade e no meio ambiente, são pouco ou nada conhecidas pelos usuários.

Considerando o desafio de contribuir para que os estudantes entendam que a ciência e a tecnologia são elementos da cultura e devem ser apropriadas para o efetivo exercício da cidadania e da sua responsabilidade com o meio ambiente em que vivem, desenvolvemos uma SD, estruturada com base nos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTS proposta por Strieder e Kawamura (2017), sobre o objeto de conhecimento tabela periódica.

Na continuidade do trabalho, foram convidados professores do contexto da prática para avaliar o potencial didático da SD. Participaram da pesquisa, por meio de um curso de extensão, sete professores, seis professoras e um professor, que atualmente estão lecionando Química na Educação Básica ou estão atuando em cargos de gestão/orientação pedagógica, cujo tempo de atuação variou entre 4 e 34 anos de atuação como docente. Essa diversidade de experiência profissional, alinhada a diferentes épocas de formação inicial e/ou continuada, sendo três das participantes mestres na área de Ensino de Ciências, contribuiu para a realização da avaliação da SD em diferentes perspectivas.

As avaliações das participantes da pesquisa quanto à aplicabilidade e aos tipos de recursos didáticos apresentados na SD indicam a viabilidade de aplicação da SD no contexto de sala de aula, assim como dos recursos didáticos selecionados. As limitações apresentadas pelas professoras, como necessidade de um número maior de aulas para a realização de todos os encontros propostos na SD e dificuldades dos estudantes em leituras de TDC, por exemplo, foram apontadas como reflexo da pandemia vivenciada recentemente.

Quanto à presença dos parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA na SD, as participantes da pesquisa pontuaram que os materiais apresentados na SD contribuem para alcançar os objetivos idealizados em cada um dos encontros do produto educacional. Além

disso, na percepção das professoras, a SD contribuirá para a instrumentalização dos professores/usuários do produto educacional na medida em que apresenta um volume considerável de informações relacionadas aos quatro elementos da relação CTSA. Ficou evidente, a partir das respostas das professoras às questões feitas ao final de cada encontro, que as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, ao explorar o artefato tecnológico *smartphone*, pode contribuir para o ensino do objeto de conhecimento tabela periódica de forma mais significativa para os estudantes da Educação Básica.

Com a realização da pesquisa, entendemos que utilizar os parâmetros e os propósitos educacionais da abordagem CTS defendidos por Strieder e Kawamura (2017) contribui para o desenvolvimento de uma SD, acerca do objeto de conhecimento tabela periódica, que explora todos os elementos da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Apesar do grande volume de informações apresentadas na SD, feito de forma intencional como intuito de contribuir para a instrumentalização do professor/usuário do produto educacional, ela pode ser desenvolvida parcialmente, de acordo com os interesses e necessidades do professor. Neste sentido, a SD elaborada e avaliada no presente trabalho cumpre com as características de um produto educacional indicadas por Freire, Guerrini e Dutra (2016, p. 102):

Os produtos educacionais, além de se constituírem em elementos que viabilizam a pesquisa na formação docente, são caracterizados como ferramentas pedagógicas, elaboradas pelos próprios profissionais em formação que comportam conhecimentos organizados objetivando viabilizar a prática pedagógica.

Ao analisarem a SD, as participantes concordaram que o produto educacional elaborado pode contribuir significativamente para a instrumentalização dos professores, pois trata-se de uma metodologia que visa organizar e planejar o ensino de forma sistemática e coerente, visto que considera as necessidades dos estudantes e os objetivos de aprendizagem definidos, fornece recursos e ferramentas que podem melhorar sua prática educativa apresentando elementos instigadores para reflexões sobre as relações CTS/CTSA de forma clara e envolvente, e ainda permite acompanhar o progresso dos estudantes.

A SD é composta por etapas que envolvem desde a análise do conteúdo a ser trabalhado até a avaliação dos resultados obtidos, passando pela definição dos objetivos de aprendizagem, seleção de estratégias de ensino, elaboração de atividades e recursos, e acompanhamento do processo de aprendizagem dos alunos. Ao utilizar a SD, os professores podem ter uma visão mais clara e precisa do processo de ensino-aprendizagem, o que facilita a identificação de possíveis lacunas ou dificuldades dos alunos e permite ajustes e intervenções

mais adequadas. Além disso, a SD possibilita aos professores diversificar e enriquecer as estratégias de ensino, tornando as aulas mais dinâmicas e interessantes para os estudantes.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, Fernanda Welter; NUNES, Simara Maria Tavares. A vivência da abordagem de ensino CTS na formação inicial de professores de química. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 19, n. 55, p. 41-57, 2023.
- ALMEIDA, Ismael de; GUIMARÃES, Carmen Regina Parisotto. Pluralismo didático: contribuições na aprendizagem dos conteúdos de ciências e biologia. **Experiências em ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, p. 302-314, 2017.
- AULER, Décio. Alfabetização científico tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5. n. 1, p. 69-83, 2003.
- AULER, Décio. Enfoque ciência tecnologia sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, [s.p.], 2007.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 122-134, 2001.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Brasília: Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm). Acesso em: 31 jan. 2022.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, 2000.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Resolução Conselho Nacional de Educação Conselho, Pleno Resolução (CNE/CP) n.º 1, de 17 de junho de 2004**. Brasília, DF, 2004.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2002.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. v. 1, 2006.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CEB nº 3/208 de 08 de novembro de 2018. Atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, observadas as alterações introduzidas na LDB pela Lei nº 13.415/2017**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2022.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, p. 48-52, 1994.

BOTAS, Dilaila; MOREIRA, Darlinda. A utilização dos materiais didáticos nas aulas de Matemática: Um estudo no 1º Ciclo. **Revista Portuguesa de Educação**, p. 253-286, 2013.

BOUZON, Júlia D. *et al.* O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018.

BUENO, Giuliana Maria Gabancho Barrenechea *et al.* Concepções de ensino de Ciências no início do século XX: o olhar do educador alemão Georg Kerschensteiner. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 18, n. 2, p. 435-450, 2012.

CARR, Nicholas G. **The Shallows: What the Internet is doing to our brains**. New York: W.W. Norton & Company, 2011.

CASTRO, Maria do Carmo de. **Análise de uma sequência didática com enfoque CTS e ensino por investigação a partir da temática “água potável”**. 2019, 171f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus São Paulo, São Paulo, 2019.

CAVALCANTI, Marcello Henrique da Silva; RIBEIRO, Matheus Marques; BARRO, Mario Roberto. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, p. 859-874, 2018.

CHASSOT, Ático. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2000.

COSTA, Luciana Teixeira da. **Abordagens lúdicas e digitais para o ensino de classificação periódica dos elementos químicos**. 2016. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CRUZ, Shirleide Pereira da Silva *et al.* As pesquisas sobre ciclos de vida profissional docente: revisão da literatura. **Revista Formação em Movimento**, v. 2, n. 4, p. 439-458, 2020.

CULKIN, John M. A schoolman's guide to Marshall McLuhan. **The Saturday Review**, p. 51-53 e 70-72, 1967.

CUNHA, Mayana Ferreira da. **A dimensão pedagógica da Tabela Periódica no ensino de conceitos químicos**. 2019. 160f. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Mestrado

Profissional em Química em Rede Nacional, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2019.

DOMICIANO, Tamara Dias; LORENZETTI, Leonir. A educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 1-21, 2019.

EGEVARDT, Cristiano *et al.* Desafios da educação CTS na formação de professores de Química: analisando uma disciplina CTS. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, p. e21038-e21038, 2021.

FREIRE, Gabriel Gonçalves; GUERRINI, Daniel; DUTRA, Alessandra. O Mestrado Profissional em Ensino e os Produtos Educacionais: a pesquisa na formação docente. **Revista Porto das Letras**, v. 2, n. 1, p. 100-114, 2016.

FREITAG, Isabela Hrecek. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 2, p. 20-31, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo/SP, ed. Atlas, 1999.

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. 2.ed. Porto Alegre/RS, ed. Penso, p. 36, 2012.

HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de professores 2**. ed. Porto: Porto, 2000. p.31-61.

JESUS, Silvia Gomes Silva de. **O ensino de tabela periódica por contextualização: uma sequência didática com alunos da 1ª série do ensino médio**. 2020. 139f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química - PROFQUI) - Instituto de Química e Biotecnologia, Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional de Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

KAPELINSKI, Tatiana Maria. **Contextualização no ensino de Química: estudando a tabela periódica e seus elementos através de uma sequência didática com a temática alimentação**. 2020. 176 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI) Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

KUBIAK, Fabila; MACHADO, Camila Juraszcek; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. Concepções CTS dos professores da educação básica. **Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 327-349, 2020.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório - a produção de fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 1979.

LEONOR, Patrícia Bastos *et al.* Revolução genômica: uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no Ensino Fundamental dentro de uma perspectiva CTSA. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, Vila Velha, v. 2, n. 02, p. 68-80, 2012.

LORENZ, Karl Michael. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de Ciências no Brasil: 1960 -1980. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 31, n. 17, p. 7-23, 2008.

LUZ, Rodrigo; QUEIROZ, Marcelo Bruno Araújo; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna. CTS ou CTSA: O que (não) dizem as pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente? **Alexandria: Revista. Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 1 p. 31-54, 2019.

MALANCHEN, Julia. **A Pedagogia Histórico-Crítica e o Currículo: para além do multiculturalismo das políticas curriculares nacionais**. 234f. 2014. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2014.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em Extensão**, v. 7, n. 1, p. 67-77, 2008.

MARTINS, Isabel P. Políticas públicas e formação de professores em educação CTS. **Unipluriversidad**, v. 14, n. 2, p. 50-62, 2014.

MORADILLO, Edilson Fortuna. **A dimensão prática na licenciatura em Química da UFBA: Possibilidades para além da formação empírico-analítica**. 266f. 2010. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira de Pós Graduação**, Brasília, n. 1, p. 131-142, 2004.

MÜNCHEN, Sinara. A inserção da perspectiva ciência-tecnologia-sociedade na formação inicial de professores de química. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 4, p. 416-434, 2019.

MÜNCHEN, Sinara; ADAIME, Martha Bohrer. Abordagem CTS na formação inicial de professores de Química: uma análise de sequências didáticas. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 134-150, 2021.

NASCIMENTO, Fabrício *et al.* O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 39, p. 225-249, 2010.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

NUNES, Denyse Pontes. **O Uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino e aprendizagem da tabela periódica**. 2019, 106f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PARANÁ. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, Etapa II – Caderno III: Ciências da Natureza**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, p. 48, 2014.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do (SEED). **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Curitiba, 2021. p. 384- 496.

PAZINATO, Viviane Lopes; SOUZA, Franciele Drews de; REGIANI, Anelise Maria. A contextualização do ensino de química em artigos da revista Química Nova na Escola. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 27-42, 2019.

PINHO, Edmira Cantu de. **O uso de palavras cruzadas e da leitura na contextualização do conteúdo de tabela periódica e de sais minerais na alimentação**. 2020. 118 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Científica e Matemática) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2020.

RÊGO, Kalina Cúrie Tenório Fernandes *et al.* Analisando o processo de desenho de uma sequência de ensino-aprendizagem fundamentada a partir da perspectiva construtivista integrada. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 2425-2432, 2017.

RODRIGUES, Iriwan Alves. **O uso das TICs como estratégia para promover o conhecimento em Tabela Periódica**. 2019. 172f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química - PROFQUI) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

RODRIGUES, Victor Bianchetti; QUADROS, Ana Luiza. Contribuições do Ensino de Química na perspectiva CTS para a aprendizagem de conceitos científicos. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 45-58, 2019.

ROMERO, Adriano Lopes; CUNHA, Marcia Borin. Aspectos históricos para o ensino da tabela periódica dos elementos químicos. In: **Ciência se faz com pesquisa!...** Campina Grande: Realize Editora, 2021. p. 248-267.

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

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22, 1999, Poços de Caldas. **Anais [...]** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

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

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função Social. O que significa o ensino de Química para o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, Angélica Fátima dos Santos; ANDRADE, Maria Aparecida da Silva Andrade. Validação de Sequência Didática a partir de uma questão Sociocientífica sobre desmatamento na perspectiva CTSA para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**, v. 1, n. 2, p. 231-255, out./dez. 2020.

SILVA, Leydiane Trindade da. **Análise e uso de aplicativos móveis no processo ensino-aprendizagem da tabela periódica**. 2019. 97f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química – PROFQUI) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rio de Janeiro, 2019.

SILVA, Maria Vivian Costa. **Ensino de química: jogando cartas com os elementos químicos e a tabela periódica**. 2020. 170f. 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, 2020.

SILVA-BATISTA, Inara Carolina da; MORAES, Renan Rangel. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 26, p. 1-12, out. 2019.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; FABRI, Fabiane. Ensino de Ciências, Alfabetização Científica e Tecnológica e enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade: o que pensam os docentes dos anos iniciais do ensino fundamental em exercício? **Revista Práxis**, v. 12, n. 24, p. 37-64, 2020.

SIQUEIRA, Rafael Moreira, MORADILLO, Edílson Fortuna. Breve análise histórico-crítica do currículo de Química para o Ensino Médio no Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. **Anais [...] XI** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017, p. 01-11.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux, Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

TARGINO, Arcenira Resende Lopes. **Textos literários de divulgação científica na elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a lei periódica dos elementos químicos**. 2017. 346f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2017.

TORRES, Douglas Batista Rodrigues Gonçalves. **O universo na tabela periódica: uma sequência didática interdisciplinar entre Química e Astronomia**. 2019. 83f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Instituição de Ensino: Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZANOTTO, Ricardo Luiz; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; SAUER, Elenise. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação**, v. 22, p. 727-740, 2016.

**APÊNDICE A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP DA UTFPR****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação de sequências didáticas com enfoque na abordagem CTSA sobre objetos de conhecimentos de Química.

**Pesquisador:** ADRIANO LOPES ROMERO

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 61647522.0.0000.0177

**Instituição Proponente:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.707.334