

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE

IVANESSA CASTRO DE SOUSA

**O LIVRO DIDÁTICO E O ENFOQUE CTS: possibilidades para o estudo dos gases no
ensino médio**

MOSSORÓ-RN
2019

IVANESSA CASTRO DE SOUSA

O LIVRO DIDÁTICO E O ENFOQUE CTS: possibilidades para o estudo dos gases no ensino médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) vinculado à UERN/UFERSA/IFRN como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ensino na linha de Ensino de Ciências Naturais e Tecnologias.

Orientador: Dr. Albino Oliveira Nunes

MOSSORÓ-RN
2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Biblioteca IFRN – Campus Mossoró

S725 Sousa, Ivanesa Castro de.
O livro didático e o enfoque CTS: possibilidades para o estudo dos gases no ensino médio / Ivanesa Castro de Sousa – Mossoró, RN, 2019.
104 f.

Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019.
Orientador: Dr. Albino Oliveira Nunes.

1. Estudo dos gases. 2. Livros didáticos. 3. Ciência, Tecnologia e Sociedade. I. Título.

CDU: 37:544.277

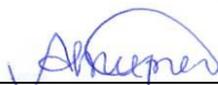
IVANESSA CASTRO DE SOUSA

O LIVRO DIDÁTICO E O ENFOQUE CTS: possibilidades para o estudo dos gases no ensino médio

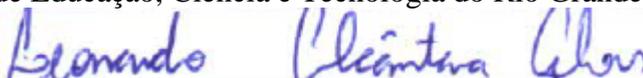
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) vinculado à UERN/UFERSA/IFRN como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ensino na linha de Ensino de Ciências Naturais e Tecnologias.

Dissertação apresentada e aprovada em 26 de Fevereiro de 2019, pela seguinte banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA



Albino Oliveira Nunes, Dr. - Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte-IFRN



Leonardo Alcântara Alves, Dr. - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN



Josivânia Marisa Dantas, Dra. - Examinadora
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Dedico esta dissertação a Deus, minha rocha, meu escudo e minha fortaleza em todos os momentos e situações, pois sem Ele não seria capaz de ter chagado até aqui. Ao meu filho, meu pai (*in memoriam*), minha mãe e meu esposo, tudo que faço é por vocês.

AGRADECIMENTOS

Chegar em um momento de conclusão de mais uma etapa, remete-me a reflexões e, acima de tudo, ao sentimento de que o mais importante nesse processo é a gratidão. Sou e sempre serei grata, independentemente de os momentos terem sido fáceis ou difíceis, pois todos eles me levaram a um aprendizado. Aprender e agradecer pelas oportunidades que a vida, Deus, me proporciona.

A Deus sempre presente em minha vida, em minhas orações, suprimindo todas as minhas necessidades, me ajudando a superar as dificuldades, meu socorro em tempos de angústia e minha alegria em tempos de bonança. A Ti, meu Deus, toda honra, toda glória e todo meu louvor, eternamente.

Ao meu filho, José Arthur C. S. Santos, por compreender que eu estava sempre estudando e por isso, muitas vezes, quando solicitava minha companhia para brincar ou assistir a um filme, não podia lhe dar atenção, pois estava nesse contínuo processo formativo. Obrigada pelas lições de amor e generosidade, você tem um coração maravilhoso, e o meu se torna melhor a cada dia em função do seu — É um processo lento, porque “a gente é mau”. Mamãe ama infinito, minha criança.

Ao meu pai, Ivo Gomes de Sousa (*in memoriam*), que sempre foi um grande incentivador, exemplo e inspiração de determinação, luta e perseverança na busca pelos meus objetivos desde sempre. Tenho certeza de que está feliz e orgulhoso com mais essa conquista.

À minha mãe, Maria José Castro de Sousa, mãe forte, um tanto quanto “macia”, mas que, acima de tudo, me apoiava nas minhas decisões e indecisões. Muito obrigada por tudo.

Ao meu esposo, José Ranilson dos Santos, que em nossos acordos e desacordos está comigo e superando todas as muralhas que se levantam no nosso caminho, pois Deus nos honrou e nos ajudou a chegarmos juntos até aqui.

À minha irmã, Isanoska C. S. Guedes, que ao seu modo e possibilidades, também contribuiu ao longo desse processo. Muito obrigada.

Aos meus avós, primos, primas, tios, tias, cunhadas e todos que torceram por mim e me incentivaram nessa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes, que com sua generosidade e voz calma me ensinou e me orientou muito mais do que a academia pode ensinar, conhecimentos e lições que vou levar para a vida. Muito mais que professor, foi um amigo, conselheiro. Serei eternamente grata por ter tido essa oportunidade.

À CAPES, que durante um ano do curso me possibilitou ser bolsista, contribuindo no aspecto financeiro e humano, como forma de incentivo e permanência no curso, e sem a qual, certamente, as dificuldades seriam inúmeras. Muito obrigada a todos que compõem, promovem a CAPES e se dedicam neste sentido, o trabalho de vocês faz muita diferença na formação humana, qualificação e desenvolvimento da ciência, tecnologia e da pesquisa.

Aos professores do Departamento de Química (DQ) da UERN, em especial à professora Dra. Anne Gabriela Dias Santos e ao professor Dr. Keurison Figueredo Magalhães, pela generosidade e carinho ao me receber para o desenvolvimento do meu estágio docente, compartilhando seus conhecimentos e práticas. Muito obrigada por esses momentos tão valiosos.

A todos os professores e equipe técnico-administrativa que compõem o POSENSINO das três Instituições: UERN, UFRSA e IFRN. Obrigada pelo empenho, dedicação e implantação desse curso de mestrado que, sem dúvida, fez muita diferença na minha formação, foi uma oportunidade ímpar.

A todos os colegas da turma 2017, a minha gratidão em compartilhar momentos de grande aprendizado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse sonho se tornasse possível e real. Minha eterna gratidão!

Avante para os próximos e novos de desafios!

RESUMO

Os estudos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) representam um vasto e complexo ramo do saber com muitos focos temáticos e que agregam vários pesquisadores. O movimento CTS ou, em inglês, Science-Technology-Society (STS), surgiu nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre as décadas de 60 e 70. Na América Latina, a origem das discussões CTS se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como competência das políticas públicas. O Pensamento Latino-Americano de Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) surge no final dos anos 1960 como crítica à situação da ciência e da tecnologia e de alguns aspectos da política estatal (VACCAREZZA, 1998). Com o passar dos anos, esse enfoque vem ganhando projeção. Com objetivo de compreender o papel do livro didático de química na possibilidade de adoção do enfoque CTS para o conceito de estudo dos gases, nesta dissertação, propôs-se a análise, através de um estado do conhecimento, de como a literatura especializada em ensino trata os conceitos relativos ao estudo dos gases. Nesta perspectiva, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a partir de um estudo sistemático com 11 periódicos escolhidos segundo o Qualis CAPES, sobre o conceito estudo dos gases. Com os dados obtidos a partir desse estudo sistemático, observou-se que dos 20 artigos encontrados, 11 abordavam o conceito. Em sua grande maioria, os periódicos tratavam o conceito de modo direcionado a práticas de laboratório. Apontam-se lacunas quanto à abordagem desse conceito nos periódicos analisados. Realizou-se também uma análise dos livros didáticos, com objetivo de identificar se essas obras apresentam abordagem CTS no conceito de estudo dos gases. Essa análise foi realizada em 6 livros didáticos de Química de nível médio que foram aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), utilizados a partir do ano letivo de 2018. As categorias de análise foram fundamentadas com os pressupostos de análise de conteúdo de Bardin (2011). Além deste, utilizou-se, com base nesses critérios e fundamentos, Minayo (2002), Gil (2002), Marconi (ano?); Lakartos (2010), Richardson et al. (2011). Nesta análise foram destacados aspectos *a priori* de natureza filosófica, sociológica, histórica, política, econômica e humanística, que caracterizam, segundo Rosenthal (1989), os aspectos relativos à ciência em sua dimensão mais ampla para os conteúdos do currículo CTS. A partir dessa análise e considerando que a obra apresentava o enfoque CTS, foi especificado, através de subcategorias, qual(is) vertentes foram caracterizadas: a Europeia, a Norte-Americana ou a partir das reflexões do Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Realizou-se, ainda, entrevistas com cinco professores de Química da rede pública de ensino Estadual e Federal, para identificação das concepções dos professores acerca das interações CTS nos livros

didáticos de Química de nível médio. Na análise de conteúdo das entrevistas, percebeu-se que os professores identificam a importância do conceito para a formação dos educandos, o papel dele em situações que ocorrem em seu dia a dia. Identificou-se na fala da maioria dos professores a preocupação em abordar o conceito na preparação para o ENEM. Apenas um dos cinco professores identificou a importância e os aspectos das interações CTS nos livros didáticos.

Palavras-chave: Estudo dos gases. Livros didáticos. Ciência, Tecnologia e Sociedade.

ABSTRACT

The STS (Science-Technology-Society) studies represent a vast and complex branch of knowledge, with many thematic foci and that aggregates many researchers. The STS movement emerged in the United States, in college education, between the 1960s and 1970s. In Latin America, the origin of the STS discussions is found in the reflection of Science and Technology as a responsibility of public policies. The Latin American Thought About Science-Technology-Society emerges at the end of the 1960s as criticism of the situation of science and technology and of some aspects of state politics (VACCAREZZA, 1998). As the years went by, this focus has been gaining projection. With the objective to understand the role of the Chemistry textbook in the possibility of adoption of the STS approach to the concept of Study of Gases, the present work proposes the analysis, through a state of knowledge, of how the literature specialized in teaching treats the concepts related to the Study of Gases. In this perspective, it was performed a bibliographical research, from a systematic study with eleven periodicals chosen according to Qualis CAPES about the concept Study of Gases. With the data obtained from this systematic study, it was observed that, from the 20 articles found, 11 approached the concept. In their vast majority, the periodicals treated the concept in a manner directed to laboratory practices, with gaps being pointed out about the approach of this concepts in the periodicals analyzed. It was also performed an analysis of textbooks, with the goal to identify if those works presented STS approach in the concept Study of Gases. This analysis was performed in 6 high-school Chemistry textbooks that were approved by the National Textbook Program (PNLD), that were implemented in the schools in the academic year of 2018. The categories of analysis were reasoned with the assumptions of Bardin's Content Analysis (2011); furthermore, it was used, based in these criteria and fundamentals, Minayo (2002), Gil (2002), Marconi (2010), Ricardson et al. (2011). In this analysis, it was highlighted aspects a priori of philosophical, sociological, historical, political, economic and humanistic nature that characterize, according to Rosenthal (1989), the aspects related to Science in its broadest dimension for the contents of the STS curriculum. From this analysis, and considering that the work presented the STS approach, it was specified, through subcategories, which strands were characterized: the European, the North American or from the reflection of the Latin American Thought About Science-Technology-Society. It was also performed interview with five Chemistry teachers of the public school system, State and Federal, for identification of the teachers' thoughts about the STS interactions in the high-school Chemistry textbooks. In the content analysis of the interviews, it was noticed that the teachers identified the importance of the concept for the

formation of students, its role in situations that occur in their daily lives. It was identified in the speech of many teachers the concern with approaching the concept as preparation for ENEM. Only one of the five teachers identified the importance and aspects of the STS interactions in the textbooks.

Keywords: Study of Gases. Textbooks. Science, Technology and Society.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorização dos artigos em porcentagem (%)	49
Tabela 2 – Números de artigos encontrados/Artigos com abordagem sobre Estudo dos Gases	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de ensino de CTS	24
Quadro 2 – Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS	28
Quadro 3 – Nove aspectos da abordagem de CTS	29
Quadro 4 – Periódicos que compõem a amostra	33
Quadro 5 – Período, país e número de artigos dos periódicos	34
Quadro 6 – Livro Didático PNLD 2018	36
Quadro 7 – Categoria e subcategorias de análise utilizados no estudo dos textos dos livros de Química PNLD - 2018	37
Quadro 8 – Categorias e subcategorias de análises para a entrevistas	41
Quadro 9 – Livros Didáticos PNLD-2018/ Obras aprovadas	63
Quadro 10 – Capítulos analisados	67
Quadro 11 – Análise L1	72
Quadro 12 – Análise L2	75
Quadro 13 – Análise L5	78
Quadro 14 – Análise L6	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema proposto por Bardin (2011) para realizar AC	37
Figura 2 – Metodologia da análise dos livros didáticos	39
Figura 3 – Metodologia	42
Figura 4 – Artigos publicados sobre estudo dos gases em periódicos selecionados	50
Figura 5 – Sequência de organização de currículos CTS	60

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
CNLD	Comissão Nacional do Livro Didático
COLTED	Comissão do Livro Técnico Didático
CT	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
EC	Educação em ciências
EdQ	Revista Educació Química
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
EQ	Revista Educación Química
Eu	Revista Eureka
FAE	Fundação de Assistência Estudantil
FENAME	Fundação Nacional do Material Escolar
FNDE	Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação
IEC	Revista Investigações em Ensino de Ciências
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
INL	Instituto Nacional do Livro
LD	Livro didático
MEC	Ministério da Educação
PLACTS	Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade
PLIDEF	Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PNLA	Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
POSENSINO	Programa de Pós-Graduação em Ensino
REEC	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias
RN	Rio Grande do Norte
STS	Science and Technology Studies
UERN	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

UFERSA

Universidade Federal Rural do Semiárido

USAID

Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	18
1.1	OBJETIVOS	20
1.1.1	Geral	20
1.1.2	Específicos	20
2	CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE): UM OLHAR	21
2.1	MOVIMENTO CTS: UM BREVE HISTÓRICO	21
2.2	O QUE CARACTERIZA O ENFOQUE CTS?	22
2.3	ENSINO DE CIÊNCIAS E ENFOQUE CTS	27
3	METODOLOGIA	32
3.1	O ESTADO DO CONHECIMENTO	32
3.2	ANÁLISE DOS LIVROS	35
3.2.1	Pressupostos CTS	35
3.2.2	Interação CTS: subcategorias de análise	38
3.3	ENTREVISTA COM PROFESSORES	39
3.3.1	As categorias de análise	40
4	O ESTADO DO CONHECIMENTO: O ESTUDO DOS GASES NO ENSINO DE QUÍMICA	43
4.1	O ENSINO DE ESTUDO DOS GASES NA LITERATURA	43
4.1.1	Educación Química	43
4.1.2	Educació Química	44
4.1.3	Ciência e Cognição	45
4.1.4	Eureka	47
4.1.5	Demais revistas	47
4.2	RESULTADOS	48
5	ENFOQUE CTS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DAS OBRAS APROVADAS PELO PNLD/2018	52
5.1	O LIVRO DIDÁTICO E O PNLD: UM BREVE HISTÓRICO	52
5.2	CTS E OS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA	59
5.3	PNLD/2018: OBRAS APROVADAS	63
5.4	DELINEAMENTO DA ANÁLISE	65
5.5	RESULTADOS	67
5.5.1	Livro 1 (L1)	68
5.5.2	Livro 2 (L2)	72
5.5.3	Livro 3 (L3)	75
5.5.4	Livro 4 (L4)	75

5.5.5	Livro 5 (L5)	76
5.5.6	Livro 6 (L6)	78
5.5.7	Algumas considerações	81
6	CONCEPÇÕES DO PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE O LIVRO DIDÁTICO E ASPECTOS SOCIAIS	82
6.1	RESULTADOS	83
6.1.1	Categorias 1(Articulação) e 2 (Abordagem)	83
6.1.1.1	Professor 1 (P1)	83
6.1.1.2	Professor 2 (P2)	84
6.1.1.3	Professor 3 (P3)	85
6.1.1.4	Professor 4 (P4)	86
6.1.1.5	Professor 5 (P5)	86
6.1.2	Categoria 3 (O livro didático)	87
6.1.2.1	Professor 1 (P1)	87
6.1.2.2	Professor 2 (P2)	88
6.1.2.3	Professor 3 (P3)	88
6.1.2.4	Professor 4 (P4)	89
6.1.2.5	Professor 5 (P5)	89
6.1.3	Categorias 4 (Formação) e 5 (Cotidiano)	90
6.1.3.1	Professor 1 (P1)	90
6.1.3.2	Professor 2 (P2)	90
6.1.3.3	Professor 3 (P3)	91
6.1.3.4	Professor 4 (P4)	91
6.1.3.5	Professor 5 (P5)	92
6.1.4	Algumas considerações	92
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS	96
	APÊNDICE A - Roteiro de entrevistas	101

1 APRESENTAÇÃO

O Ensino de Química com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) passou a ser um ponto de partida para o desenvolvimento desse Mestrado quando ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) como aluna especial para cursar a disciplina Ciência, Tecnologia e Sociedade, no semestre letivo 2016.2. Durante as discussões realizadas ao longo do curso, pude perceber a importância deste enfoque para o ensino das Ciências e para o ensino de Química.

Vale destacar o quanto estes momentos de aprendizagem contribuíram com a minha prática docente. Entendi o quanto o enfoque CTS não somente pode, mas deve ser adotado para o processo de ensino-aprendizagem. À medida que avançava no estudo desse enfoque, foi possível perceber como é fundamental a formação para o exercício da cidadania. A formação que não é restritiva ao condicionamento dos conteúdos programáticos e à preparação sistemática para os exames admissionais para o ensino superior.

Nesta perspectiva, a formação para a cidadania deve ultrapassar tais paradigmas, pois é necessário que o educando possa desenvolver-se a partir de eixos temáticos que envolvam seu raciocínio e visão crítica de aspectos sociais, econômicos, ambientais, históricos e tecnológicos.

Essa necessária e importante formação para a cidadania se contrapõe aos recursos e/ou meios atualmente disponíveis para esse fim. Considera-se que, em alguns casos, os pressupostos do enfoque CTS são pouco abordados, contemplados de modo superficial, enquanto em outros, simplesmente não são contemplados.

Diante disso, percebe-se que a abordagem dos conceitos de Química para nível médio com enfoque CTS é uma ferramenta de importante contribuição para o processo de ensino-aprendizagem, para o ensino de Química e formação para cidadania.

Segundo Santos e Schnetzler (2015, p. 49):

O que queremos dizer é que a Química no Ensino Médio não pode ser ensinada como um fim em si mesma, senão estaremos fugindo do fim maior da Educação Básica, que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade. Isso implica em ensino contextualizado, no qual o foco seja o preparo para o exercício consciente da cidadania.

Assim, ficam evidentes as possibilidades de uma aprendizagem contextualizada e com fortes relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (AGUIAR, 2016) no ensino de Química para formação cidadã.

No entanto, a falta de material didático com esta abordagem e, somado a este fator, a falta de qualificação por parte dos docentes caracterizam um elevado grau de dificuldade à “*alfabetização científica*” (NUNES, 2014).

Dessa forma, buscou-se identificar a abordagem do enfoque CTS nos livros didáticos de nível médio aprovados pelo PNLD 2018, nos capítulos que abordavam o conceito de Estudos dos Gases. Realizou-se uma pesquisa de estado do conhecimento em periódicos sobre o conceito escolhido para identificar como aquele que está sendo abordado. Também foram realizadas entrevistas com cinco professores da rede pública estadual e federal de ensino para identificar a percepção desses docentes sobre o enfoque CTS e livro didático a partir do conceito sobre estudo dos gases.

Assim, após escolha dos objetivos gerais e específicos, os capítulos dessa dissertação seguem a sequência exposta a seguir.

Na seção 2, é apresentado o referencial CTS, retratando o movimento através de um breve histórico, o ensino de ciências e as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade, as proposições sobre o tema no qual essa dissertação foi construída.

Na seção 3, é apresentada a metodologia empregada em todo o processo de construção dessa dissertação. Na metodologia foram abordados aspectos que deram suporte à fundamentação teórica e desenvolvimento do percurso metodológico.

Na seção 4, é apresentada uma análise da presença do enfoque CTS em livros didáticos de Química do ensino médio, a partir de obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2018. Neste capítulo, é exposto o histórico e a cronologia do livro didático e do PNLD; os pressupostos CTS e o livros de Química; as obras aprovadas pelo PNLD/2018; o delineamento da análise e os resultados obtidos a partir de nossas interpretações e as proposições sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Neste sentido, este trabalho propôs-se no âmbito do enfoque CTS a analisar os livros didáticos (PNLD/2018) para identificar se possuem características CTS e qual a vertente teórica utilizada: Norte-Americana, Latino-Americana ou Europeia. Realizou-se, também, uma análise em função de subcategorias para caracterizar como as interações CTS estavam sendo abordadas pelos autores dos livros didáticos (LD) em cada capítulo.

Na seção 5, são apresentados os resultados de uma análise sistemática, estado do conhecimento, realizada com 11 periódicos sobre o tema estudo dos gases no ensino de Química.

Na seção 6, é traçada uma análise qualitativa, realizada a partir de entrevistas com 5 professores da rede pública de ensino Estadual e Federal, na cidade de Mossoró, Rio Grande

do Norte (RN), acerca das compreensões, percepções sobre o tema e o livro didático e suas metodologias para o processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, na seção 7, as considerações finais trazem aspectos relevantes de cada etapa no processo de construção da pesquisa e suas relações com a problemática definida.

Para melhor compreensão do trabalho desenvolvido nessa dissertação, elencamos os objetivos desta pesquisa se seção seguinte.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Compreender o papel do livro didático de Química na possibilidade de adoção do enfoque CTS para o conceito de Estudo dos Gases.

1.1.2 Específicos

- a) Compreender, através de uma pesquisa do tipo estado do conhecimento, como a literatura especializada em ensino trata os conceitos relativos ao Estudo dos Gases;
- b) Identificar a existência da abordagem CTS no conceito estudo dos gases dos livros didáticos de Química de ensino médio aprovados pelo PNLD 2018;
- c) Analisar as compreensões e percepções dos professores de Química da rede pública da cidade de Mossoró sobre as relações CTS no livro didático.

2 CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE): UM OLHAR

2.1 MOVIMENTO CTS: UM BREVE HISTÓRICO

CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) ou, em inglês, Science-Technology-Society (STS), surgiu nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre as décadas de 60 e 70. As relações CTS, historicamente, têm início ao final da Segunda Guerra Mundial, a raiz do surgimento de uma consciência crítica sobre a ciência, a tecnologia e suas consequências para sociedade. Com isso, a preocupação de tais relações foi crescendo à medida que os problemas ambientais e sociais se relacionavam com os avanços científicos e tecnológicos.

Assim, Ligouri e Noste (2005, p. 34), destacam que:

Al mismo tiempo, en el ámbito educativo comienza a señalarse la necesidad de incluir, en los currículos científicos, contenidos escolares que pongan en evidencia las estrechas relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad. Así aparece el enfoque curricular CTS relacionado con la educación científica.

Inserir tais aspectos nos currículos e conteúdos escolares torna-se um meio de integrar aspectos que envolvem a ciência, a tecnologia sobre causas e consequências ao meio ambiente. Partindo dessa preocupação à educação científica, o enfoque CTS se apresenta como uma valiosa alternativa no processo de ensino das ciências.

Nessa perspectiva, nas duas últimas décadas do século XX, o movimento CTS teve grande projeção com o desenvolvimento de diversos projetos curriculares de ensino de ciências para a educação científica (SANTOS; AULER, 2011, p. 23).

Segundo Aguiar, Vilcher e Brito (2016, p. 1810), o movimento CTS:

No âmbito do ensino de ciências se fizeram sentir por meio de projetos de ensino diferenciados que vêm sendo desenvolvidos em diversos países, tanto da Europa como nas Américas, todos com abordagem temática envolvendo conteúdos de ciências no contexto social e tecnológico que lhes são peculiares.

No começo do século XX, encontrava-se no Brasil uma realidade de subdesenvolvimento, em que os índices de analfabetismo chagavam a atingir 80% da população. A situação, naquele contexto, caracterizava-se por um sociedade de educação elitizada, na qual a grande maioria da população não tinha acesso ao ensino.

Nesta perspectiva, no Brasil, os currículos de ciências começaram a incorporar as discussões CTS no final da década de 1980, quando passou a ser reivindicado um ensino de

ciências que atendesse as relações científico-tecnológicas do mundo contemporâneo e promovesse a consolidação da democracia.

A partir dos avanços tecnológicos do século XXI, advindos do crescimento industrial e das novas tecnologias, onde se havia carência de profissionais capacitados para exercer funções especializadas, oportunizou-se a qualificação de mão de obra da classe operaria, gerando variadas e intensas transformações políticas, sociais e econômicas.

Neste sentido, a preocupação com a formação, que inicialmente estava vinculada ao suprimento de mão de obra qualificada e direcionada aos meios de produção, abriu também possibilidades de questionamentos numa perspectiva de mudanças no contexto educacional de currículo e formação cidadã.

Para melhor esclarecimento e compreensão do tema, no próximo tópico, serão apresentadas algumas proposições encontradas na literatura sobre a caracterização e implementação do ensino de Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas contribuições na formação para a cidadania.

2.2 O QUE CARACTERIZA O ENFOQUE CTS?

De acordo com Santos e Auler (2011, p. 22):

O movimento CTS se caracteriza como um movimento social mais amplo de discussão pública sobre políticas de ciência e tecnologia (CT) e sobre os propósitos da tecnociência (LINSINGEN, 2007). Esse movimento surgiu tanto em função de problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT, como em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade, o que possibilitou a sua contribuição para a educação em ciências na perspectiva de formação para cidadania.

Apesar da sociedade passar por constantes processos de transformação, percebe-se que as suas evoluções e a forma em que o ensino de ciências, e mais especificamente o ensino de Química, se encontra na contemporaneidade ainda estão ligadas às práticas utilizadas em formatos considerados formais, trazidos desde a criação das disciplinas científicas, que regem-se por trabalhar conceitos de forma hiperespecializada e singularizada, sendo este um dos fatores da crise da *educação científica* (POZO; CRESPO, 2009, grifo nosso).

Santos e Auler (2011, p. 29) esclarecem ainda que:

Uma classificação que temos adotado é a desenvolvida por Aikenhead (1994), a qual classifica os materiais de CTS em oito categorias. Essa classificação leva em conta a ênfase que atribui às inter-relações CTS, sendo que na primeira estariam as matérias em que CTS é apresentado com caráter motivador e eventual, enquanto que na última

os materiais são caracterizados por estudos das inter-relações CTS em uma perspectiva sociológica, de forma que o conteúdo científico propriamente dito é apresentado de maneira complementar. Essa classificação destaca a polarização entre o ensino de Ciências Naturais e o ensino de Ciências Humanas que analisam implicações sociais da CT, em que os currículos com enfoque CTS teriam uma variação da ênfase na abordagem em torno desses dois polos.

Assume-se, assim, a educação em ciências de orientação CTS como uma força cultural capaz de induzir uma participação mais ativa de todos os cidadãos numa sociedade de melhor qualidade democrática (SANTOS; AULER, 2011, p. 147).

Segundo Roberts (1991, *apud* SANTOS; AULER, 2011, p. 24):

Caracteriza CTS dentro de uma linha de ênfase curricular que ele denominou como “Ciência no contexto social” e “CTS”. Ele aponta como características básicas dessa linha o tratamento das inter-relações entre compreensão da ciência, o planejamento tecnológico e solução de problemas práticos da sociedade, bem como desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão sobre temas sociais práticos.

Assim, as características do ensino de ciências com enfoque CTS nos direcionam para o entendimento do que é a ciência, sobre o desenvolvimento da tecnologia, de que forma se pode ter soluções de problemas sociais e tomadas de decisão.

Pinheiro (2005) afirma que a base do movimento CTS consiste em ultrapassar a visão positivista do que seja ciência e tecnologia, objetivando cada vez mais compreender as relações existentes entre elas e a sociedade, trazendo uma nova concepção do que seja a relação entre ciência-tecnologia-sociedade.

Neste sentido, Teixeira (2003a, p. 177, *apud* NASCIMENTO; LINSINGER, 2006, p. 96):

Defensor das concepções progressistas da educação — a pedagogia histórica-crítica —, aponta as críticas que a educação vem sofrendo pelo fato de não ter conseguido ainda articular convincentemente um movimento orgânico que se mostre como real opção na construção de uma escola cidadã.

Por isso, ensinar ciências numa perspectiva CTS é necessário para que os alunos possam fazer parte das discussões, tornando-se mais críticos, reflexivos e atuantes social e economicamente, pois a ciência não é uma atividade neutra, desinteressada.

Segundo Santos e Shinetzler (2015, p. 70), “dentre as várias categorias, podemos destacar a proposta de Aikenhead (1994) que classifica os currículos de ensino de ciências em relação à ênfase que atribuem às inter-relações CTS em oito categorias”, conforme está apresentado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Categorias de ensino de CTS

Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar pílula” de cursos puramente conceituais.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	Science and Technology in Society (Satis, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciência, com a função de explorar o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	Harvard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), InteractiveTeaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhantes àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	<i>ChemCon</i> (EUA), os módulos holandeses de física, como <i>Light Sources and Ionizing Radiation</i> (Holanda: PLON), <i>Science and Society Teaching Units</i> (Canadá), <i>Chemical Education for Public Understanding</i> (EUA), <i>Science Teachers’ Association of Victoria Physics Series</i> (Austrália)

(Continua...)

(Continuação)

Categorias	Descrição	Exemplos
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciência é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology</i> (Canadá), <i>Modular STS</i> (EUA), <i>Global Science</i> (EUA), <i>Dutch Environmental Project</i> (Holanda), <i>Salters' Science Project</i> (UK).
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O Conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	<i>Exploring the Nature of Science</i> (Ing.) <i>Society Environment and Energy Development Studies</i> (SEEDS) <i>Modules</i> (EUA), <i>Science and Technology 11</i> (Canadá)
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in a Social Context (SISCON) in Schools</i> (UK), <i>Modular Courses in Technology</i> (UK), <i>Science A Way of Knowing</i> (Canadá), <i>Science Technology and Society</i> (Austrália), <i>Creative Role Playing Exercises in Science and Technology</i> (EUA), <i>Issues for Today</i> (Canadá), <i>Interactions in Science and Society – vídeos</i> (EUA), <i>Perspectives in Science</i> (Canadá)
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	<i>Science and Society</i> (UK.), <i>Innovations: The Social Consequences of Science and Technology program</i> (EUA), <i>Preparing for Tomorrow's World</i> (EUA), <i>Values and Biology</i> (EUA)

Fonte: Santos e Schnetzler (2015, p. 71-72).

Percebe-se, a partir das categorias de ensino de CTS apresentadas no Quadro 1, que possibilidades de implementação do processo de ensino-aprendizagem geram transformações da práxis, tornando as aulas mais interessantes para os alunos, com temas unificados e não segregados; a ruptura de modo tradicional de ensino e quebra de métodos monótonos; planejamentos de sequências didáticas que integram as disciplinas do currículo com ênfase na

aprendizagem e desenvolvimento do aluno em seus aspectos cognitivos, sociais, políticos e econômicos.

Destacam-se dentro do movimento duas grandes correntes ou tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla, STS, do inglês (NUNES, 2014): 1) *Science and Technology Studies* (tradição europeia); 2) *Science, Technology and Society* (tradição norte-americana).

Segundo Cerezo (1998), o enfoque CTS na tradição europeia desenvolve-se partindo da perspectiva histórica, das repercussões sociais, do desenvolvimento científico e técnico, do controle social e das atividades científicas, dos desenvolvimentos científico e tecnológico e reflexões filosóficas.

Já a tradição norte-americana, ainda de acordo com Cerezo (1998), é considerada muito ativista e muito aplicada nos movimentos sociais de produção. Concentrou-se nas consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos, despreocupando-se, por sua vez, com os antecedentes sociais de tais produtos. O marco do estudo está basicamente constituído pelas filosofias, história e principalmente pelo ensino e reflexão política.

Na América Latina, segundo Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2015, p. 79):

A origem das discussões CTS se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como competência das políticas públicas. O Pensamento Latino-Americano de Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) surge no final dos anos 1960 como crítica à situação da ciência e da tecnologia e de alguns aspectos da política estatal (VACCAREZZA, 1998). Em sua essência, o PLACTS defendia que as inovações tecnológicas não são socialmente neutras e que os fatores econômicos, políticos e sociais implicam no desenvolvimento de determinadas soluções em detrimento de outras. Nesse sentido, o PLACTS também chamava a atenção para o fato de que a festejada importação de tecnologia que se fazia à época, de forma acrítica, trazia, nos artefatos, uma série de características culturais, muitas vezes estranhas às culturas locais (HERRERA, 1995 *apud* OLIVEIRA; GUIMARÃES; LORENZETTI, 2015, p. 79).

Assim, a partir dessa necessidade de dar um novo “sentido” ao ensino de ciências com enfoque CTS, surgem objetivos para educação para a formação cidadã.

Os objetivos da educação CTS apresentados por Acevo Díaz et al. (2003, *apud* SANTOS; AULER, 2011, p. 146) entre outros são:

- a) Aumentar a literacia científica; b) Criar maior interesse pela ciência e tecnologia;
- c) Contextualizar socialmente o estudo da ciência por meio de relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; d) Fornecer aos alunos meios para melhorar o pensamento crítico, a resolução criativa de problemas e a tomada de decisões.

Apesar de incorporar de modo implícito os objetivos da Educação Ambiental, já que o movimento CTS originou-se com uma forte crítica à crise ambiental, e a eles ampliar o processo de exclusão social, as questões ambientais são evidentes.

A preocupação ambiental em CTS fez com que vários autores passassem a utilizar e denominar Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com o propósito de destacar a perspectiva ambiental (SANTOS; AULER, 2011, p. 29).

Após definir a denominação ou *slogan* que será utilizado, o fundamental é o foco no objetivo desejado. Pois, para essa ressignificação, é necessária a ampliação do foco CTS não apenas para CTSA, mas, sobretudo, para processos participativos de tomada de decisão em CT, na busca do ideal de uma sociedade justa e igualitária (SANTOS; AULER, 2011, p. 39).

Assim, considerando-se relevância das discussões com foco no objetivo e desenvolvimento do enfoque, convencionou-se para esta dissertação que o termo utilizado será CTS e não CTSA, por entender-se que os aspectos ambientais advindos deste último já estão sendo contemplados no termo escolhido.

Diante do exposto, a próxima seção abordará o ensino de ciências a partir do enfoque CTS, trazendo alguns pontos comparativos com o ensino de ciência clássico.

2.3 ENSINO DE CIÊNCIAS E ENFOQUE CTS

Os estudos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e o ensino de Ciências, e mais especificamente o ensino de Química, são um vasto e complexo ramo do saber com muitos focos temáticos e vários pesquisadores atuando. Assim, foram abordados conceitos pertinentes e necessários para a compreensão da proposta desta dissertação.

Segundo Bazzo et al. (2002, p. 126) os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções:

No campo da pesquisa, os estudos CTS têm sido colocados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; No campo da política pública, os estudos CTS têm defendido a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas; No campo da educação, esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado a aparição de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países.

Infere-se a necessidade de ampliação de estudos com enfoque CTS, tendo em vista as suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem e formação para a cidadania.

De forma comparativa, também é possível entender o significado do ensino de ciências com enfoque CTS com o ensino tradicional de Ciências. Como é destacado no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 – Aspectos enfatizados no ensino *clássico* de ciências e no ensino de CTS

Ensino <i>clássico</i> de ciências	Ensino de CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física, química, biologia);	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais;
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico;	2. Potencialidades, limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum;
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados;	3. Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor;
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade;	4. Prevenção de consequências a longo prazo;
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento;	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas;
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática;	6. Ênfase à prática para chegar à teoria;
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial;	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar);
8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Fonte: Santos e Schnetzler (2015, p. 66).

O Quadro 2 nos apresenta uma comparação entre as características do ensino clássico e do ensino de ciências com enfoque CTS. Deste modo, destaca-se que utilizando das características CTS para o ensino de ciências, é possível desenvolver uma práxis que considere: 1) interdisciplinaridade, e não seja somente multidisciplinar e/ou disciplinar; 2) Posicionamento crítico sobre problemas sociais; 3) Julgamento de valores; 4) Implicações da ciência e tecnologia na sociedade; 5) Alfabetização/letramento científico; 5) Formação para a cidadania.

Essas características apresentadas no Quadro 2 remetem aos nove aspectos da abordagem CTS, apresentados no Quadro 3. Vale destacar que, dessas características apresentadas no quadro 2, nem todas as propostas de ensino que vêm sendo denominadas CTS estão centradas nos nove aspectos descritos no Quadro 3 de forma integral.

Quadro 3 – Nove aspectos da abordagem de CTS

Aspectos de CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da Ciência	1. Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da Tecnologia	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para desenvolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	7. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	8. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: Santos e Schnetzler (2015, p. 69).

Esses aspectos destacados no Quadro 3 colaboram para o entendimento de que o ensino de ciências com enfoque CTS contribui para o desenvolvimento mais amplo do educando, pois possibilita articulação de vários aspectos do processo de ensino-aprendizagem, traz consigo possibilidades de inferências crítico-reflexivas sobre as causas e consequências do desenvolvimento da ciência e tecnologia em situações ou problemas sociais. Desse modo, o ensino de Ciências com enfoque CTS está vinculado à educação científica do cidadão (SANTOS; SCHNETZLER, 2015, p. 61).

Segundo Cerezo (1998, p. 41):

La concepción clásica de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, todavía presente en buena medida en diversos ámbitos del mundo académico y en medios de divulgación, es una concepción esencialista y triunfalista. Puede resumirse en una simple ecuación: + ciencia = + tecnología = + riqueza = + bienestar social.

Neste sentido, reforça-se a importância do ensino das ciências numa abordagem CTS, uma vez que esta possibilita um grande benefício social. Além disso, contribui para que a formação do aluno não seja limitada, engessada, sistemática do ponto de vista de conteúdo.

Reafirma-se esta importância quando Pozo e Crespo (2009, p. 21) afirmam que:

Ensinar ciência não deve ter como meta apresentar aos alunos os produtos da ciência como saber acabados, definitivos [...] pelo contrário, a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir ou de reprodução de conhecimentos *pré-cozidos*, prontos para o consumo.

Deste modo, o ensino deve estar vinculado ao objetivo de contextualização, amplitude de conhecimentos, percepções críticas sobre determinado conceito e tema desenvolvidos em sala de aula, que possibilitem ao aluno uma formação para a cidadania.

Com isso, o modelo bancário é deixado de lado, e os educandos podem desenvolver mais interesse por matérias que, talvez, considere “chatas” ou incompreensíveis.

Neste sentido, Nunes e Dantas (2016, p. 13) afirmam que: “A educação em ciências (EC) parece permanecer em estado de crise com um crescente desinteresse dos estudantes por matérias científicas e a persistência de visões equivocadas sobre a natureza do conhecimento [...]”.

Sob a mesma perspectiva, Ligouri e Noste (2005, p. 20) apontam que:

El desafío actual es que los docentes que enseñamos ciencias relacionemos nuestra tarea áulica con la apropiación de los aportes de la investigación didáctica, sintiendo que somos partícipes de la consolidación de una enseñanza eficaz de las ciencias acorde a las necesidades que nos plantean nuestros alumnos y a su derecho genuino de aprender ciencias desde que ingresan a la educación formal.

Nesta perspectiva, superar o ensino bancário configura-se como um dos desafios atuais, posto que para muitos docentes de ciência, poder desprender-se do modelo de transmissão/recepção, buscando uma integração de conteúdos conceituais, procedimentos e atitudes nas propostas de ensino destinados aos alunos, em coerência com a evolução deles, configura-se como algo inatingível e/ou impraticável.

De fato, o contexto real da grande maioria dos docentes em sala não é favorável em muitos aspectos. Tais aspectos influenciam, por sua vez, o comportamento e a atuação do professor. As dificuldades são diversas e estão vinculadas a questões, por exemplo, econômicas (em que muitas vezes são obrigados a trabalharem em três turnos para ter um salário um pouco melhor); turmas superlotadas; aspectos emocionais, familiares e pessoais; falta de incentivo, reconhecimento profissional, de políticas públicas e formação.

Assim, é necessário considerar o contexto de modo mais amplo, levando em conta a dura realidade do professor. Também é importante considerar a existência de capacitação e formação docente dentro dessas perspectivas teórico-metodológicas, pois do contrário fica inviável ou impossível, uma vez que o ensino de ciências necessita não somente de teorias e metodologias novas.

As novas metodologias correspondem a uma transformação da época atual, mas não asseguram a qualidade educativa na área de ciências se não forem mediadas por um docente capacitado para seu uso. Nesta perspectiva, o ensino de ciências deve unificar-se às novas teorias, metodologias, tecnologias. Somado a isso, também é fundamental que a qualificação e formação docente seja adequada para este fim. Assim, os alunos poderão efetivamente ter um processo de ensino-aprendizagem coerentes, uma aprendizagem significativa¹ (MOREIRA, 2011).

Esta dissertação não pretende dar respostas impossíveis ou inalcançáveis à melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências, mais especificamente ao ensino de Química. O que se pretende é encontrar elos de ligação entre os pressupostos teóricos-metodológicos do enfoque CTS, tendo-o como meio à realização da prática docente e visando contribuir com a alfabetização científica e formação para a cidadania.

A próxima seção detalha todo o percurso metodológico, os autores utilizados nesta pesquisa e a construção da dissertação.

¹ Segundo MOREIRA (2011), aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária, significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 13-55.

3 METODOLOGIA

Segundo Minayo (2002, p. 42), “a metodologia é uma parte complexa e deve-se ter cuidado, pois traz mais que uma descrição formal dos métodos que serão operacionalizados pelo pesquisador”.

Ainda de acordo com Minayo (2002, p. 43) a definição, sintética, dos principais elementos da metodologia são:

- a) Definição de amostragem. A pesquisa qualitativa não se baseia no critério numérico para garantir sua representatividade.
- b) Coleta de dados. Devemos definir as técnicas utilizadas tanto para a pesquisa de campo (entrevista, observações, formulários, história de vida) como para a pesquisa suplementar de dados, caso seja utilizada pesquisa documental, consulta a anuários, censos.
- c) Organização de análise de dados. Devemos descrever com clareza como os dados serão organizados e analisados.

Com base nos critérios supracitados e fundamentada em outros autores além de Minayo, como por exemplo: Gil (2002), Marconi e Lakatos (2010), Bardin (2011), Richardson et al. (2011), a metodologia da pesquisa desta dissertação foi subdividida por tópicos: 3.1 - O estado do Conhecimento; 3.2 - Análise dos livros; 3.3 - Entrevista com professores.

Assim, esta seção que trata das metodologias, se desenvolve seguindo os procedimentos especificados a seguir.

3.1 O ESTADO DO CONHECIMENTO

É cada vez maior o número de produções acadêmicas. Em função dessa grande demanda de atividades o “estado do conhecimento” surge como necessidade, pois é imprescindível visualizar como o tema de pesquisa tem sido abordado, ou não.

Deste modo, surgem questões como: quais temas têm sido mais ou menos abordados? De que forma são feitas essas abordagens? Onde são realizadas essas pesquisas? Quais metodologias empregadas e suas contribuições?

Segundo Romanowski e Ens (2006, p. 38):

- Com base nos aspectos apontados, pode-se dizer que faltam estudos que realizem um balanço e encaminhem para a necessidade de um mapeamento que desvende e examine o conhecimento já elaborado e apontem os enfoques, os temas mais pesquisados e as lacunas existentes.

Nesta perspectiva, este levantamento possibilita um mapeamento que, por sua vez, contribui para organização do percurso no qual o pesquisador deverá trilhar.

O “estado do conhecimento” tem como objetivo a sistematização da produção numa determinada área do conhecimento, e estes já se tornaram imprescindíveis para apreender a amplitude do que vem sendo produzido (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39).

Assim, foi realizado um estudo sistemático para identificar como o tema estudo dos gases vem sendo abordado em periódicos. Pois, como afirma Romanowski e Ens (2006, p. 40), “o estudo que aborda apenas um setor das publicações sobre o tema estudado vem sendo denominado de ‘estado do conhecimento’”.

O estado do conhecimento foi desenvolvido em três etapas descritas a seguir:

- a) Seleção dos periódicos para estudo sistemático;
- b) Seleção dos artigos nos periódicos selecionados;
- c) Seleção e categorização dos trabalhos encontrados.

Foram selecionados 11 periódicos que constam no Quadro 4. Os parâmetros para escolhas desses periódicos são: 1 - Fazem parte das áreas de Química, Ensino de Ciências e Educação; 2 - Consulta ao WebQualis-CAPES, durante o mês de maio de 2018; 3 - Disponibilidade dos periódicos e de seu livre acesso.

Quadro 4 – Periódicos que compõem a amostra

Periódico/Conceito Qualis	Ensino	Educação
Educación Química	A1	B1
Educació Química ²	-	B4
Enseñanza de las Ciencias	A1	A1
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2	A2
Ciência e Cognição ³	B3	B2
Eureka	A1	-
Experiências em Ensino de Ciências	B1	B1
Investigações em Ensino de Ciências	A2	A2
Alexandria	A2	B2
Ensaio: pesquisa em educação em ciência	A1	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	A2

Fonte: Elaborado pela autora.

² Classificação de Periódicos Quadriênio 2010 - 2012.

³ Classificação de Periódicos Quadriênio 2010 - 2012.

Inicialmente, a escolha dos artigos se deu a partir de uma busca no site das revistas com palavras-chave. As expressões utilizadas foram: “estado gasoso”, “estudo dos gases”, “efusão dos gases”, “difusão dos gases”, “transformações gasosas”, “estado gaseoso”, “estúdio de los gases”, “efusión gaseosa”, “difusión de los gases”, “transformación gaseosa” e “gases”.

Utilizou-se tanto das palavras em português quanto em espanhol para todas as revistas, tendo em vista que, apesar de algumas revistas serem de origem estrangeira, também há nelas publicações em língua portuguesa — assim como também há possibilidade de publicações em língua espanhola em revistas brasileiras.

Em seguida, o critério posteriormente utilizado foi a leitura do título e do resumo em cada artigo. A todo o passo a passo desse estudo sistemático foi atribuído uma sequência, estabelecida da seguinte forma:

- a) **1º Passo:** pesquisar nas revistas selecionadas as palavras-chave ou nos títulos dos artigos;
- b) **2º Passo:** quantificar os artigos encontrados em cada revista.

Nestes periódicos, foram analisados todos os artigos publicados desde o ano de lançamento da revista, conforme o Quadro 5. No Quadro 5, pode-se também verificar, considerando o 1º e 2º passos, que os quantitativos de artigos encontrados em cada periódico totalizaram vinte (20) trabalhos.

Quadro 5 - Período, país e número de artigos dos periódicos

Periódico	Nacionalidade	n.º de artigos	Período Analisado
Educación Química	México	7	1989 - até maio de 2018
Educació Química	Espanha	2	2008 - até maio de 2018
Eureka	Espanha	6	2004 - até maio de 2018
Enseñanza de las Ciencias	Espanha	1	1983 - até maio de 2018
Investigações em Ensino de Ciências	Brasil	2	1996 - até maio de 2018
Ciência e Cognição	Brasil	1	2004 - até maio de 2018
Experiências em Ensino de Ciências	Brasil	1	março de 2006 até maio de 2018
Alexandria	Brasil	0	2008 - até maio de 2018
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Brasil	0	2001 - até maio de 2018
Ensaio: pesquisa em educação em ciências.	Brasil	0	1999 - até maio de 2018

Fonte: Elaborado pela autora.

Na revista *Experiências em Ensino de Ciências*, foi necessária a análise em cada volume, edição por edição, buscando-se nos títulos e todas as palavras-chave, pois não existe a opção de “Barra de Pesquisa” para realização de pesquisa rápida e direta. Em todas as demais revistas, a busca foi feita através da “Barra de Pesquisa”, utilizando as palavras-chave.

c) **3º Passo:** leitura dos artigos e/ou resumos.

Procedeu-se a etapa de categorização segundo Bardin (2011), com categorias determinadas *a priori*: 1) Conceitos sobre estudo dos gases utilizados; 2) Modalidade/Nível de ensino a qual se destina; 3) Estratégia/Abordagem proposta para o ensino.

Esta etapa se constituiu de uma leitura inicial flutuante sobre o *corpus* de análise, para verificar a validade das categorias escolhidas e de uma posterior leitura aprofundada.

3.2 ANÁLISE DOS LIVROS

3.2.1 Pressupostos CTS

Com a escolha do tema, realizou-se uma análise bibliográfica em livros didáticos de Química de nível médio selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, com intuito de identificar neles a ocorrência de enfoque CTS e, em caso de ocorrência, em qual(is) vertente(s) — norte-americana, latino-americana ou europeia — teóricas. Foram analisados os capítulos dos livros que abordavam o conceito de estudo dos gases.

Seguindo os critérios de classificação de pesquisa bibliográfica de Marconi e Lakatos (2010) para a obtenção dos dados da pesquisa, foi utilizado o procedimento da pesquisa bibliográfica por investigação preliminar — estudo exploratório — a partir de fonte primária: livro didático.

A partir disso, as análises das obras foram realizadas através da leitura analítica qualitativa, pois a finalidade da leitura analítica, segundo Gil (2002, p. 78) “é a de ordenar e resumir as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa”.

Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 166), “a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”.

Com isso, esse estudo preocupou-se em analisar, especificamente, o conceito de Estudos dos Gases dos seis livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2018. Assim, o *corpus* de análise desta dissertação consiste no que se dispõe no Quadro 6, a seguir.

Quadro 6 – Livros didáticos PNLD – 2018

LIVROS	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA
L1:	SANTOS, W. L. P. (org.). Química cidadã : ensino médio. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 1.
L2:	FONSECA, M. R. M. Química : ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 2.
L3:	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química : ensino médio. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 1.
L4:	CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. Componente curricular : Química. São Paulo: Moderna, 2016. v. 1.
L5:	NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. Vivá : Química. Curitiba: Positivo, 2016. v. 1.
L6:	LISBOA, J. C. F. (org.). Química : ensino médio. 3. ed. São Paulo: SM, 2016. (Coleção ser protagonista, v. 1).

Fonte: Elaborado pela autora.

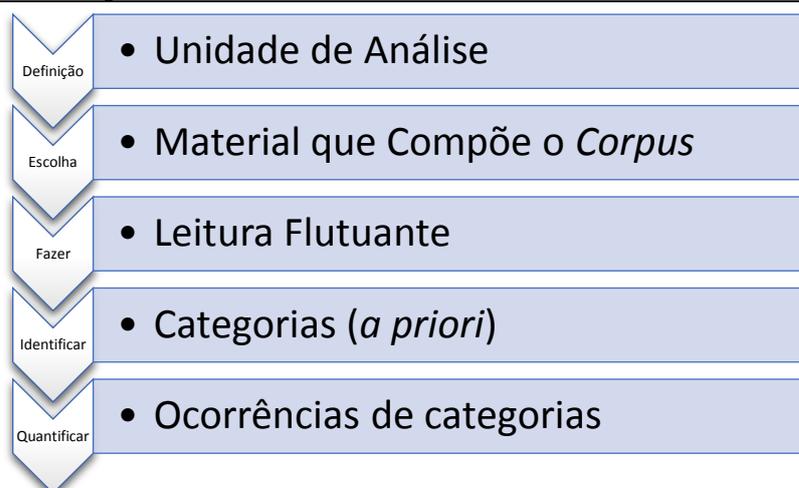
Para o procedimento analítico do *corpus*, foram adotados elementos da Análise de Conteúdo (AC), conforme descrito por Bardin (2011, p.125-132), que se organiza em três polos cronológicos:

1) a pré-análise: Corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise. Este procedimento é iniciado pela definição da unidade de análise, escolha do material a compor o *corpus*; 2) a exploração do material: se as diferentes operações de pré-análise forem convenientemente concluídas, a fase de análise propriamente dita não é mais do que a aplicação sistemática das decisões tomadas; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação: e, por fim, a quantificação da ocorrência das categorias no texto que serão definidas *a posteriori*. “Os resultados brutos são tratados de maneiras a serem significativos (“falantes”) e válidos.”

Conforme este panorama, nesta dissertação, um dos objetivos específicos é a análise dos livros de Química para verificar se apresentam as relações CTS em seus textos e quais suas vertentes teóricas: norte-americana, latino-americana ou europeia. Em coerência com os objetivos do trabalho de abordar o estudo dos gases, foram selecionados apenas os capítulos que versam sobre este conceito.

Assim, com esquema proposto por Bardin (2011), seguiu-se, inicialmente, o percurso representado pela Figura 1, com a finalidade de criação de categorias de análise.

Figura 1 – Percurso para realizar Análise de Conteúdo



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dessa análise, foram definidas subcategorias de análises das interações CTS, em que são abordadas as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade na qual se desenvolvem e o caráter coletivo da atividade científica.

As subcategorias foram definidas para identificar se os textos discutem e mostram exemplos de aplicações da ciência e como o uso da tecnologia ajuda ou prejudica a humanidade. Além disso, servem também para determinar o percentual de atividades e perguntas propostas referidas ao enfoque CTS que aparecem nos capítulos dedicados (MALAVER; PUJOL; D'ALESSANDRO, 2003, p. 443) ao estudo dos gases.

O Quadro 7, abaixo, apresenta as subcategorias e o seu significado da análise, utilizado no estudo a partir das definições indicadas por Malaver, Pujol e D'Alessandro (2003, p. 443), que utilizaram as subcategorias: C1, C2, C3, C4, C5 e C6. A subcategoria C7 foi definida *a posteriori* pela autora dessa dissertação, pois identificou-se a necessária a inserção desse ponto a ser avaliado sobre o enfoque CTS.

Quadro 7 – Categoria e subcategorias de análise utilizadas no estudo dos textos dos livros de Química / PNL D 2018

Categoria	Subcategorias de análises
Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)	C1 – Tratamento cuidadoso das relações ciência e tecnologia.
	C2 – Ciência como uma força produtiva ou destrutiva.
	C3 – O papel da ciência na evolução das ideias.
	C4 – O papel da ciência na modificação do meio.
	C5 – Ciência como fruto do trabalho coletivo.
	C6 – Avaliação crítica do papel da ciência.
	C7 – Apresenta visão crítica da Evolução Tecnológica.

Fonte: Elaboração nossa

O Quadro 7 apresenta a categoria de análise que foi utilizada no estudo dos textos dos livros de Química aprovados no PNLD 2018. Esta categoria, por sua vez, subdividiu-se em outras sete subcategorias para detalhamento e especificação da análise. Essas subcategorias foram criadas tendo como ponto norteador as análises da proposta para identificação das interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), especificados na sequência.

3.2.2 Interação CTS: subcategorias de análise

Para análise do texto, foi estabelecida uma categoria e sete subcategorias. Dessas sete subcategorias, seis foram definidas considerando as discussões realizadas por Malaver, Pujol e D'Alessandro (2003, p. 443), que são:

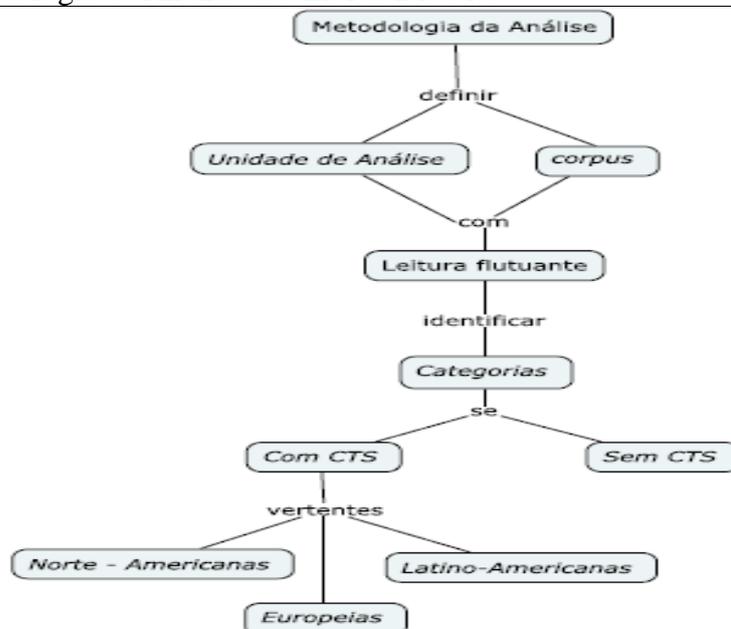
- a) Subcategoria C1: refere-se a aspectos em que os capítulos analisados contêm tópicos que relacionam a ciência aos problemas reais e cotidianos, ou seja, apresentam temas vinculados às implicações tecnológicas.
- b) Subcategoria C2: faz-se ênfase no poder da ciência para transformar os métodos de produção, para mudar as relações sociais ou para destruir regiões do planeta.
- c) Subcategoria C3: faz-se ênfase no papel que tem desempenhado a ciência ao longo da história da evolução cultural da humanidade. Apresenta tópicos em que se mostra que a evolução da ciência é um processo em que há crises, revoluções, provocando mudanças de paradigmas e/ou que incluem os aspectos como a importância da ciência na evolução das ideias filosóficas, artísticas, religiosas e as influências das ideologias de desenvolvimento da ciência.
- d) Subcategoria C4: inclui aspectos referentes ao papel da ciência na modificação do meio e problemas relacionados com mudanças ambientais pelo efeito estufa, a destruição da camada de ozônio, chuva ácida.
- e) Subcategoria C5: mostra a ciência como um produto coletivo, cujas conquistas e descobertas se devem ao trabalho de vários grupos científicos.
- f) Subcategoria C6: apresenta atividades em que se ensinam as consequências para a humanidade das aplicações tecnológicas da ciência desenvolvidas em benefícios das pessoas.

A subcategoria C7 foi definida *a posteriori* pela autora dessa dissertação, pois identificou-se necessária a inserção desse ponto no processo de análise.

- g) Subcategoria C7: mostra apontamentos de modo crítico sobre os processos de evolução das tecnologias sobre o tema.

Após definidas a categoria e as subcategorias de análise, realizou-se a análise dos livros didáticos de Química. A sequência metodológica seguiu o esquema apresentado da Figura abaixo:

Figura 2 – Metodologia da Análise dos Livros Didáticos



Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 ENTREVISTA COM PROFESSORES

Realizou-se entrevistas semiestruturadas com docentes que atuam ministrando a disciplina de Química na rede pública do RN. O objetivo dessas entrevistas foi de identificar as concepções dos professores sobre o enfoque CTS em sua prática docente.

Segundo Richardson et al. (2011, p. 212):

O pesquisador pode formular uma quantidade de perguntas em pedaços de papel ou cartões separados. Posteriormente, pode empilhar os cartões de acordo com os temas que está interessado em pesquisar. Por último, faz uma seleção, definitiva, e formula os temas que serão tratados.

Neste sentido, a entrevista semiestruturada ou “entrevista guiada é utilizada particularmente para descobrir aspectos de determinada experiência, em que o pesquisador conhece previamente os aspectos que deseja pesquisar e, com base neles, formula alguns pontos a tratar na entrevista.” (RICHARDSON et al., 2011, p. 212).

Segundo Franco (2012, p. 53):

A pré-análise é a fase de organização propriamente dita. Corresponde a um conjunto de buscas iniciais, de intuições, de primeiros contatos com os materiais, mas tem por objetivo sistematizar os “preâmbulos” a serem incorporados quando da constituição de um esquema preciso para o desenvolvimento das operações sucessivas e com vistas à elaboração de um plano de análise.

Deste modo, a pré-análise se configura, nesse processo, como um meio de constituição e exploração sistemática dos documentos e das mensagens (FRANCO, 2012, p. 54).

Segundo Franco (2012, p. 56), este recorte amostral segue a regra da representatividade diante do objetivo estabelecido, pois:

[...] é preciso lembrar que nem todo o material a ser analisado é susceptível à obtenção de uma amostragem. E, neste caso, é preferível reduzir o próprio universo (e, portanto, o alcance da análise) para garantir maior relevância, maior significado e maior consistência daquilo que é realmente importante destacar e aprofundar no estudo em questão.

Assim, tendo em vista que a entrevista percorreu diversos pontos que direcionam a alguns entendimentos acerca da prática e das percepções dos professores, optou-se por explorar de modo mais detalhado os aspectos relativos ao livro didático e às interações CTS. Tais apontamentos, durante a entrevista, nos levam a uma interpretação da perspectiva do docente sobre o livro didático e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem.

3.3.1 As categorias de análise

Na análise foram utilizados elementos de Análise de Conteúdo (AC) para a categorização dos dados, conforme modelo proposto Bardin (2011).

É possível que, segundo Bardin (2011, p. 98), “decomponhamos concretamente as diferentes possibilidades analíticas” para realização de uma análise de uma entrevista. Deste modo, pode-se analisá-la por:

a) Análise temática – podemos dividir o texto em alguns temas principais (que se poderá aperfeiçoar, eventualmente, em subtemas se o desejarmos); b) Características associadas ao tema central – ao concentrarmos mais no tema geral de investigação, podemos extrair os significados associados na mente da pessoa entrevistada; c) Análise sequencial – A entrevista é dividida em seqüência; d) Análise das oposições – Dois universos opostos, num minicombate maniqueísta, defrontam-se neste discurso. e) Análise de enunciação – Uma entrevista, como se trata de uma fala espontânea de inquirido, é feita de palavras, expressões, fins de frases aparentemente supérfluas, não levados em conta pela determinação semântica da procura de temas,

mas muitas vezes, de fato, portadores de sentido. f) O esqueleto da entrevista (estrutural e semântico) – As diferentes abordagens anteriores permitem agora esclarecer o miolo substancial desta entrevista, tanto no plano da organização cognitiva como no da temática profunda (ou seja, latente, no sentido em que o locutor não tem clara consciência disso). (BARDIN, 2011, p. 100-106).

Conforme indicado por Bardin (2011), foram criadas algumas categorias para análise do conteúdo das entrevistas, que se segue:

Quadro 8 – Categorias e subcategorias de análises para a entrevistas

Categorias	Subcategorias
1 Articulação:	1. Social 2. Ambiental 3. Econômica 4. Histórica
2 Abordagem	1. Social 2. Ambiental 3. Econômica 4. Histórica
3 O livro didático	1. Sistemático ou assistemático 2. Importância social 3. Importância ambiental 4. Importância econômica 5. Importância histórica
4 Formação	1. A importância do conteúdo na formação
5 Cotidiano	1. O conteúdo fazendo parte do dia a dia 2. Relações com situações reais

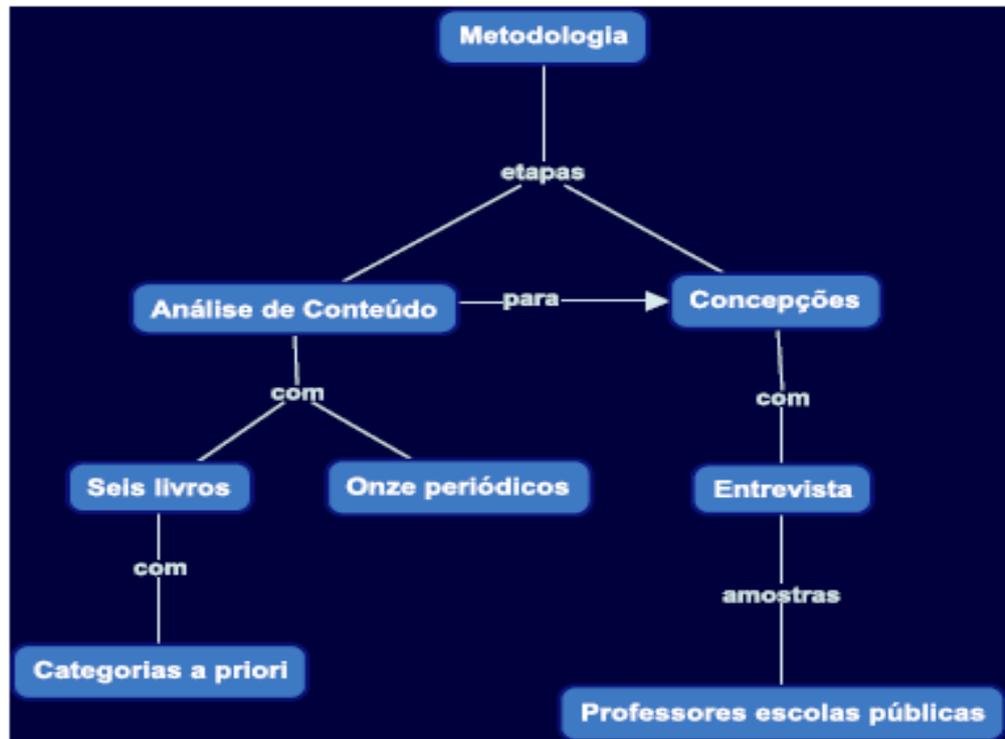
Fonte: Elaborado pela autora.

Nesta perspectiva, realizou-se um contato inicial para definições de categorias e objetivos na análise do conteúdo da entrevista dos professores que foram entrevistados. Foram definidas as etapas, conforme segue:

1. Análises dos 6 LD → a partir da análise de conteúdo (BARDIN, 2011) → à luz dos pressupostos CTS e suas vertentes teóricas, *a priori*;
2. Estudo sistemático 11 periódicos → abordagem do tema estudo dos gases → com ou sem enfoque CTS;
3. Percepções e concepções → com entrevistas → professores da Rede Pública Estadual e Federal de Educação → em Mossoró/RN.

Deste modo, a metodologia percorreu as etapas descritas abaixo e conforme a representação esquemática do percurso de construção da dissertação, mostrada na Figura 3:

Figura 3 – Metodologia



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, após a definição do percurso metodológico, deu-se a construção das demais etapas.

A próxima seção aborda o processo de construção e análise do estado do conhecimento. Além disso, apresenta também algumas considerações e resultados dessa pesquisa.

4 O ESTADO DO CONHECIMENTO: O ESTUDO DOS GASES NO ENSINO DE QUÍMICA

Nesta seção, são apresentados os resultados da pesquisa “estado do conhecimento”.

4.1 O ENSINO DE ESTUDO DOS GASES NA LITERATURA

O “estado do conhecimento” aqui apresentado se trata de uma análise realizada a partir de periódicos, com objetivo de identificar a presença do conceito de estudo dos gases ao longo de suas publicações e como este conceito vem sendo apresentado em seus artigos. Nesta análise, a abordagem CTS não foi considerada como critério.

Dentre as revistas que compuseram a amostra, cinco merecem destaque por apresentarem artigos que abordam o conceito: *Ciência e Cognição* (1), *Educació Química* (2), *Educación Química* (7) e *Eureka* (1), *Revista Investigações em Ensino de Ciências* (2).

Apesar das revistas apresentarem um quantitativo pequeno de artigos, elas foram consideradas. O estado do conhecimento realizado infere a necessidade da realização dessa pesquisa, e essa investigação nos possibilita identificar lacunas existentes de publicações com abordagens sobre o conceito de estudo dos gases.

A seguir, são analisados os artigos publicados em cada um desses periódicos.

4.1.1 Educación Química

A Revista *Educación Química* (EQ) é um periódico da Faculdade de Química da Universidad Nacional Autónoma de México voltada para a área de educação química, objetivando fornecer os subsídios à comunidade de educadores de ciências. É publicada trimestralmente desde 1989, sendo o segundo periódico mais antigo analisado nessa pesquisa e o mais antigo dedicado exclusivamente ao ensino-aprendizagem da química.

Da análise dos artigos, percebe-se que a EQ apresenta um maior número de artigos que abordam os conceitos de estudo dos gases.

- a) Jaime Wisniak (2013a, 2013b): Traz uma descrição detalhada e com abordagem conceitual especificada das contribuições feitas por Thomas Graham para as áreas da química, uma delas especificamente sobre a difusão dos gases e oclusão dos gases. Destaca ainda que Thomas Graham (1805-1869) se consolidou como o fundador da química coloidal e por suas investigações fundamentais nas áreas da natureza do ácido

fosfórico, dos fosfatos, adsorção de gases por metais, diálises, osmose, fenômenos de transferência através de membranas e constituição da matéria.

- b) Laura Gasque (2006): Traz um histórico sequenciado sobre o descobrimento dos gases nobres especificando o ano da descoberta e seus respectivos descobridores que, à medida que investigavam (estudavam) o gás, caracterizavam suas propriedades físico-químicas. Do mesmo modo, a autora cita algumas dessas características.
- c) Castro e Bolaños (2015): Traz uma proposição de criação de um semicondutor do gás de dióxido de estanho com materiais de baixo custo por alunos do curso de Engenharia Elétrica, Eletrônica e Computação e um gerador de metano (CH_4) para uso em laboratório.
- d) Alquisira e Covarrubias (1993a; 1993b): Nestes dois artigos, apresentam-se os aspectos químicos, físicos e tecnológicos, com ênfase nas análises do processo de separação de gases, como um fenômeno de transporte, através de membranas poliméricas. Na segunda parte do estudo, com a parte II, desenvolve-se um modelo chamado de teoria do transporte de massa. Esse modelo permite calcular coeficiente de difusão, de solubilidade e permeabilidade do gás através da membrana. O objetivo do estudo apresentado neste artigo, segundo o autor, é a aplicação das equações na familiarização pelos estudantes com o fenômeno de transporte, os quais são muito comuns na vida profissional.

Percebe-se, nesses artigos, uma preocupação com a aplicação dos conceitos de Estudos dos Gases em realização de atividade de laboratório como proposta didática. Em relação ao nível a que se direciona, apenas Alquisira e Covarrubias (1993a; 1993b) e Castro e Bolaños (2015) fazem um direcionamento ao nível superior de ensino, os demais não fazem essa especificação.

Percebe-se ainda, neste periódico, uma forte tendência em utilizar-se da história da Química, destacando-se as contribuições de importantes autores às descobertas dos conceitos sobre estudo dos gases. No entanto, não existe preocupação acerca de uma abordagem como proposta didática.

4.1.2 Educació Química

A Revista *Educació Química* (EdQ) é um periódico publicado desde 2008, trimestralmente, pela Societat Catalana de Química (SCQ) que se propõe a ser um meio de divulgar e trocar propostas para o ensino de química em todos os níveis, com ênfase especial

no estágio secundário (12-18 anos) e na disseminação das relações da química com a sociedade; uma ferramenta para facilitar estratégias e recursos pedagógicos e inovadores que promovam a melhoria do trabalho docente de professores ligados ao ensino da química.

Nesta revista catalã, foram encontrados dois artigos relativos ao tema em estudo. Os dois artigos apresentam propostas de experimentos:

- a) Carrera e Muller (2010): A abordagem dos gases nesse texto indica uma prática experimental que poderá ser realizada por estudantes para formação (criação) de gases inorgânicos e identificação dos mesmos. O texto é um procedimento experimental para obtenção dos gases com intuito de facilitar e auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. A proposta traz como alternativa a utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso. De acordo com as propriedades físico-químicas dos gases, é possível realizar sua identificação. O trabalho apresenta ainda todos os materiais e reagentes que serão utilizados da prática experimental, procedimento experimental detalhado. Essa atividade prática experimental aborda as características físico-químicas dos gases, sua obtenção e identificação de modo prático, dinâmico e de fácil compreensão. Os autores sugerem que esta prática é para auxiliar os alunos e professores na identificação das propriedades dos gases.
- b) Viñas (2011): O texto trata da possibilidade de utilização de materiais que podem quantificar quantidades pequenas, como o autor cita, microescalas. O título já sugere que a química em pequena escala, através do estudo dos gases, sugere também a utilização de seringas para pequenas quantidades de amostras de gás e de água. O artigo traz alguns procedimentos experimentais que utilizam a seringa para determinação da densidade do CO₂ e solubilidade em água.

Percebe-se, nesses artigos, uma preocupação com a aplicação dos conceitos de estudos dos gases em atividade de laboratório como proposta didática, visando a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Em relação ao nível a que se direcionam, os dois artigos especificam o direcionamento ao nível médio de ensino.

4.1.3 Ciência e Cognição

A revista *Ciência e Cognição* é um periódico científico multidisciplinar alinhado com temas ligados às ciências da cognição. Realiza publicações desde o ano de 2004, com

periodicidade quadrimestral e com objetivo de promover ações de divulgação científica, bem como pesquisa e desenvolvimento de métodos e ferramentas de ensino.

Nesta revista, foi encontrado um artigo relativo ao tema em estudo. O artigo apresenta proposta didática do uso da matemática para aplicação dos conhecimentos sobre estudo dos gases:

- a) COSTA (2009): O título do texto não faz nenhuma referência ao Estudo dos Gases, porém, na leitura do resumo, a autora deixa evidenciado que a modelagem matemática será aplicada a partir do Estudo dos Gases, quando explicita: “O tema científico escolhido para elaborar as situações problema e assim, explorar os conceitos matemáticos, foi a Lei de Transformação dos Gases de Charles-Gay Lussac”, demonstrando uma preocupação de abordagem conceitual numa perspectiva inter/multidisciplinar. A autora aponta sistematicamente para a importância do uso da modelagem matemática no processo de ensino-aprendizagem, destacando a aprendizagem significativa. Além disso, elenca temas das disciplinas de Física, Química e Biologia que podem ser trabalhados a partir da modelagem matemática, como, por exemplo, genética, poluição da água e radiação solar. No item 4, a autora traz uma relação entre os conhecimentos da ciência e Estudo dos Gases de forma simples e não aprofundada. Neste ponto, o texto destaca esta relação numa perspectiva de aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999). A autora aborda conceitualmente a modelagem matemática (limite de uma função) e sugere que após a compreensão desse assunto, pode-se, então, apresentar aplicações a partir da lei de transformação dos gases e conceitos como pressão e temperatura. O texto também traz questões de aplicação com conceitos de grandezas (temperatura, pressão e volume) e utilização do limite da função para interpretação das transformações gasosas. Apesar de não conter sistematicamente a abordagem conceitual do Estudo dos Gases, a autora possibilita a aplicabilidade da linguagem matemática na interpretação e compreensão do tema de forma bastante dinâmica, pontual, clara e objetiva, até porque, como ela deixa claro, o objetivo é a aprendizagem da Matemática a partir de outros temas e das demais ciências, ou seja, a partir de conceitos científicos.

Percebe-se, nesse artigo, uma preocupação com a aplicação dos conceitos da matemática, utilizando-se alguns conceitos sobre o Estudos dos Gases como proposta didática visando uma aprendizagem significativa. Em relação ao nível a que se direciona, o artigo especifica ser direcionado ao nível médio de ensino.

4.1.4 Eureka

Por fim, o último periódico analisado nesse estudo é a Revista *Eureka* (Eu) sobre “*Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*”, publicada desde 2004 pela Universidad de Cádiz e a Asociación de Profesores APAC-EUREKA, o que confere à revista um perfil muito próximo da escolaridade básica e de relatos de experiências.

Nesta revista, foi encontrado um artigo relativo ao tema. O artigo apresenta proposta experimental para o desenvolvimento de conceitos e aspectos físico-químicos de alguns tipos de gases:

- a) Liarte (2010): Uma proposta de prática experimental com objetivo de motivar os alunos com uma experiência surpreendente e atrativa, que permite abordar aspectos físico-químicos. O artigo apresenta uma reação com ácido nítrico e cobre com desprendimento de calor e liberação de um gás roxo. O gás produzido flui por dentro de um tubo de vidro e borbulha dentro de uma bacia contendo água e se dissolve.

O artigo é direcionado ao nível médio de ensino. Percebe-se nele uma proposta de aplicação dos conceitos de estudos dos gases em atividade de laboratório como atividade didática.

4.1.5 Demais revistas

Na Revista *Investigaciones em Ensino de Ciências* (IEC) foram encontrados 2 artigos que apresentam uma abordagem numa perspectiva biológica, dentro da temática voltada para a fotossíntese e respiração, porém não abordavam os conceitos de estudo dos gases:

- a) Dimov, Petchliye e Jesus (2014) expõem a caracterização ontológica do conceito de fotossíntese e de obstáculos epistemológicos e ontológicos presentes no ensino deste conceito, tendo como objetivos: (I) propor a qual subcategoria ontológica de processos o conceito fotossíntese pertence; e (II) identificar e analisar obstáculos epistemológicos e ontológicos presentes no processo de aprendizagem do conceito de fotossíntese. No contexto dos gases, abordou-se o processo de fotossíntese, discutiu-se obstáculo epistemológico verbal e outro do conhecimento geral.
- b) Caso e Sampelayo (1996) realizam uma contextualização para avaliar na prática um modelo de aprendizagem significativa. Este modelo destaca que, mediante estratégias didáticas adequadas, é possível gerar condições que favoreçam o desenvolvimento dos

alunos, de suas concepções próprias de fazer conceituações ricas. Os autores citam o modelo de partículas dos gases dentro da temática do ar, onde esse conceito possui distintos tipos de respostas na perspectiva dos alunos, depois da atividade didática, os conceitos são apresentados e discutidos.

Em relação ao nível a que se direciona, nenhum dos artigos do periódico faz especificação.

Na revista *Enseñanza de las Ciencias* foi encontrado apenas 1 artigo que, após realizado o estudo sistemático, identificou-se que:

- c) Occeci e Valeiras (2013) fazem uma revisão bibliográfica de livros utilizados para ensino de ciências, trazendo a contribuição dos livros na dispersão de conhecimentos científicos e desafios para o ensino, propondo-se a realizar uma análise didático-metodológica dos livros de ciências. O artigo não especifica a que nível de ensino se direciona.

Nota-se, a partir dessa análise, que os perfis de publicação dos periódicos estão muito bem consolidados e nos indicam lacunas na pesquisa e produção de conhecimento sobre o tema. Percebe-se também que existe uma predominância das estratégias e concepções didáticas para o ensino das ciências, na qual o processo de ensino-aprendizagem, aprendizagem significativa, resolução de problemas no processo de ensino são foco para o desenvolvimento dos artigos; enquanto que as experimentações com fundamentação didática são abordadas em apenas dois periódicos.

Além disso, nota-se que, nos periódicos, os níveis de ensino, em sua grande maioria, não são especificados e/ou explicitados. As revistas *Educació Química* e *Eureka* apresentam perfis similares, pois estão voltadas principalmente à proposição de experimentos. A primeira voltada para o ensino médio e a segunda não faz especificação quanto ao nível de ensino.

A próxima seção apresenta os resultados dessa análise.

4.2 RESULTADOS

Seguindo a análise sistemática dos artigos, de acordo com as categorias definidas, apresenta-se os resultados obtidos.

Inicialmente, destaca-se, na Tabela a seguir, uma categorização dos artigos quanto ao nível de ensino a que se destina a publicação e a abordagem do conceito de estudo dos gases.

Tabela 1 – Categorização dos artigos em porcentagem (%)

Modalidade/Nível de Ensino ao qual se destina (%)					Estratégia / Abordagem proposta para o ensino (%)	
Mistos (M/NF/S)	Fundamental (NF)	Médio (M)	Superior (S)	Não especifica (NE)	Sim	Não
0,0	5,0	25,0	15,0	55,0	70,0	30,0

Fonte: Elaborado pela autora.

A grande maioria dos periódicos apresenta proposições didáticas para o ensino de ciências. Também é considerável o quantitativo de artigos sem especificações quanto ao nível de ensino ao qual são destinados.

Na análise sistemática dos 10 periódicos pesquisados, foi encontrado um total de 20 artigos a partir das palavras-chave. Dentre esses, 11 artigos apresentaram de maneira mais sistemática ou simplificada no que se refere aos gases e/ou aos seus conceitos.

Percebe-se que o conceito em questão não é frequente nos periódicos específicos de ensino/educação química, pois dos 20 artigos encontrados, após estudo sistemático, notou-se que apenas 11 (que correspondem a 55,0%) abordam o conceito. Isso implica que, de um total de 20 publicações, 45,0% não possuem conceitos sobre estudo dos gases.

Nota-se predominantemente trabalhos sem especificações quanto ao nível de ensino (55,0%), seguidos por trabalhos voltados ao ensino médio (25,0%), ensino superior (15,0%) e a quase inexistência de trabalhos específicos para o ensino fundamental (5,0%).

Destacam-se as revistas *Ciência e Cognição*, *Educació Química*, *Educación Química*, que, apesar de possuírem um número pequeno de publicações sobre o conceito, dos artigos encontrados, todos possuíam referências ao estudo dos gases.

Na revista *Eureka* foi encontrado um artigo que possui conceitos sobre estudo dos gases. Outra informação que se pode destacar é que uma revista concentra a maior parte dos artigos sobre o conceito: a revista *Educación Química*.

Na Tabela a seguir, é apresentado o número de artigos encontrados nos periódicos em uma relação de comparação com os artigos que abordam os conceitos sobre estudo dos gases.

Tabela 2 – Número de artigos encontrados / Artigos com abordagem sobre estudo dos gases

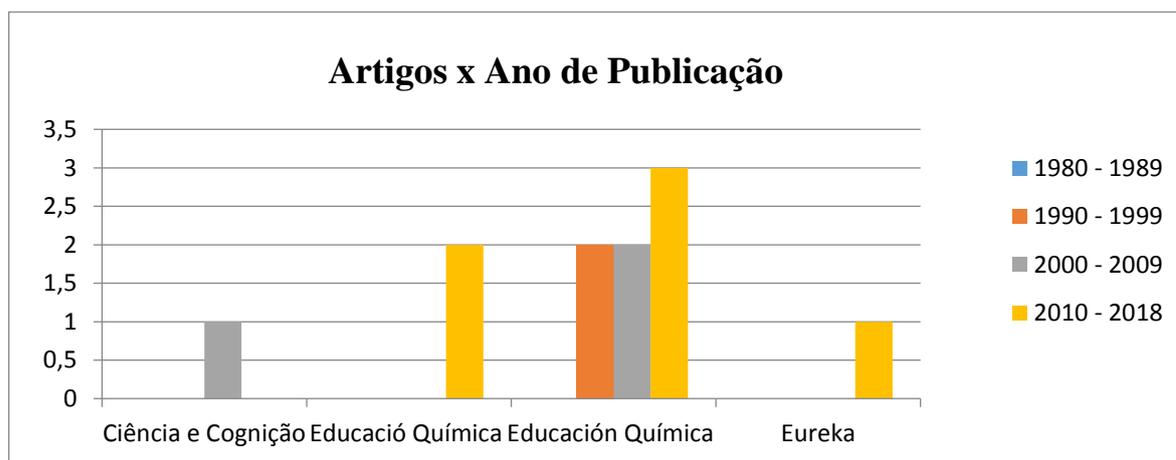
Periódico	n.º de artigos encontrados	Artigos que abordam conceitos sobre estudo dos gases
Educación Química	7	7
Educació Química	2	2
Eureka	6	1
Ciência e Cognição	1	1
Experiências em Ensino de Ciências	1	0
Investigações em Ensino de Ciências	2	0
Enseñanza de Las Ciencias	1	0
TOTAL	20	11

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os dados obtidos neste estudo, tendo como referência a Tabela acima, percebe-se que o número de artigos encontrados é pouco, deixando uma margem de possibilidades para os pesquisadores atuarem na perspectiva de suprir esta lacuna.

Na Figura abaixo, pode-se observar a distribuição dos artigos por década e o número total publicado em cada período. Percebe-se ainda que, no último período, que compreende os anos de 2010 até 2018, houve maior concentração de publicações sobre o conceito.

Figura 4 – Artigos publicados sobre estudo dos gases em periódicos selecionados



Fonte: Elaborado pela autora.

Aponta-se, a partir dos dados da Figura 4, uma lacuna neste campo de pesquisa, pois existe uma margem considerável de décadas (1980 – 2018) em que pouco foi publicado sobre o conceito em análise.

Deste modo, as publicações que abordam os conceitos sobre Estudos dos Gases configuram-se como um campo que apresenta muitas possibilidades, De acordo com este estudo do estado do conhecimento, esse conceito ainda é pouco explorado em artigos dessa área de concentração.

Nos artigos analisados, foram encontradas muitas proposições de experimentos e propostas/investigações da prática docente como alternativa pedagógica e metodológica para o ensino de química, e em sua grande maioria, para o ensino das ciências.

Aparece com maior frequência nos artigos uma abordagem dos gases numa perspectiva ambiental, trazendo aspectos diretivos às causas e consequências do efeito estufa, na tentativa de conscientização do aluno. Além disso, aborda-se ainda os Gases numa perspectiva biológica, em que alguns dos trabalhos discutem o processo de fotossíntese e respiração.

Na próxima seção, é apresentada uma análise realizada em livros didáticos de Química do ensino médio. Essa análise teve como objetivo identificar nos capítulos que abordam o conceito de estudo dos gases o enfoque CTS e quais as vertentes desse enfoque que estão presentes nos textos. Os livros que compuseram o *corpus* do estudo foram os seis LD aprovados pelo PNLD 2018.

5 ENFOQUE CTS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DAS OBRAS APROVADAS PELO PNLD 2018

Os livros didáticos foram e continuam sendo o material curricular mais utilizado para o ensino de ciências em todos os níveis educacionais (MALAVER; PUJOL; D’ALESSANDRO, 2003, p. 232). Em contrapartida, nos livros de ciências, geralmente se mostra uma imagem da ciência totalmente desconectada de aspectos culturais, sociais, econômicos, políticos e humanísticos, fazendo com que a ciência seja descaracterizada em sua contribuição à formação cidadã.

Através do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tem-se uma maneira de relacionar os conteúdos dos temas dos livros didáticos aos problemas reais vividos pela sociedade. Essa possibilidade de inserção dos pressupostos do enfoque CTS leva à alfabetização científica, contribuindo com a formação de cidadãos capazes de discutir temas que impliquem em situações em seu meio social.

Neste sentido, considerou-se importante realizar uma análise nos livros didáticos para identificar a ocorrência de conteúdos relacionados com as aplicações tecnológicas e suas implicações sociais a partir de um conceito contido no Livro Didático (LD) de Química, com a finalidade de nos permitir identificar se existe a ocorrência dos pressupostos do enfoque CTS e quais as vertentes adotadas: norte-americana, europeia e, especialmente, a possibilidade de terem sido desenvolvidos numa perspectiva do Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS).

Portanto, esse capítulo consiste numa análise das vertentes CTS utilizadas nos livros de Química do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, especificamente no conceito de Estudos dos Gases.

O próximo ponto apresenta um breve histórico do livro didático e a sua trajetória até a consolidação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

5.1 O LIVRO DIDÁTICO E O PNLD: UM BREVE HISTÓRICO

Durante toda trajetória de um estudante, o livro didático se faz presente. Apesar das possibilidades de acesso a vários outros recursos educacionais, o LD é bastante utilizado na maioria das salas de aula como única fonte de consulta e pesquisa ou como único recurso didático disponível no processo de construção do conhecimento.

A partir do Decreto n.º 91.542, de 19 de agosto de 1985, o Governo criou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que passou a permitir aos professores a possibilidade de escolher os livros que iriam trabalhar por um período de pelo menos 3 (três) anos. Assim, o LD pode ser um grande auxiliar do professor na sua tarefa de contribuir para a formação e informação de seus alunos.

Com a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), buscou-se atender às reivindicações de professores e pesquisadores por meio das seguintes medidas:

Indicação do livro didático pelos professores; Reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; Extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias; Fim da participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha do livro pelos professores. (BRASIL, 2019).

Para que se entenda melhor, abaixo é apresentada uma contextualização histórica e cronológica, desde antes da constituição do PNLD até o ano de 2012, quando todos os níveis de ensino e todas as disciplinas foram contemplados pelo programa.

- a) **1937:** o Decreto-Lei n.º 93, de 21 de dezembro de 1937, cria o Instituto Nacional do Livro.
- b) **1938:** por meio do Decreto-Lei n.º 1.006, de 30 de dezembro de 1938, é instituída a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), estabelecendo sua primeira política de legislação e controle de produção e circulação do livro didático no País.
- c) **1945:** pelo Decreto-Lei n.º 8.460, de 26 de dezembro de 1945, o Estado consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático, restringindo ao professor a escolha do livro a ser utilizado pelos alunos, conforme definido no art. 5º.
- d) **1966:** um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (Usaid) permite a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (Colted), com o objetivo de coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático. O acordo assegurou ao MEC recursos suficientes para a distribuição gratuita de 51 milhões de livros no período de três anos. Ao garantir o financiamento do governo a partir de verbas públicas, o programa revestiu-se do caráter de continuidade.

- e) **1970:** a Portaria n.º 35, de 11 de março de 1970, do Ministério da Educação implementa o sistema de coedição de livros com as editoras nacionais, com recursos do Instituto Nacional do Livro (INL).
- f) **1971:** o Instituto Nacional do Livro (INL) passa a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (Plidef), assumindo as atribuições administrativas e de gerenciamento dos recursos financeiros até então a cargo da Colted. A contrapartida das Unidades da Federação se torna necessária com o término do convênio MEC/USAid, efetivando-se com a implantação do sistema de contribuição financeira das unidades federadas para o Fundo do Livro Didático.
- g) **1976:** pelo Decreto n.º 77.107, de 04 de fevereiro de 1976, o governo assume a compra de boa parcela dos livros para distribuí-los a parte das escolas e das unidades federadas. Com a extinção do INL, a Fundação Nacional do Material Escolar (Fename) se torna responsável pela execução do programa do livro didático. Os recursos provêm do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e das contribuições das contrapartidas mínimas estabelecidas para participação das Unidades da Federação. Devido à insuficiência de recursos para atender todos os alunos do ensino fundamental da rede pública, a grande maioria das escolas municipais é excluída do programa.
- h) **1983:** em substituição à Fename, é criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), que incorpora o Plidef. Na ocasião, o grupo de trabalho encarregado do exame dos problemas relativos aos livros didáticos propõe a participação dos professores na escolha dos livros e a ampliação do programa, com a inclusão das demais séries do ensino fundamental.
- i) **1993/1994:** são definidos critérios para avaliação dos livros didáticos, com a publicação *Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos*, MEC/FAE/UNESCO.
- j) **1995:** se forma gradativa, volta a universalização da distribuição do livro didático no ensino fundamental. Em 1995, são contempladas as disciplinas de matemática e língua portuguesa. Em 1996, a de ciências e, em 1997, as de geografia e história.
- k) **1996/1997:** Com a extinção, em fevereiro, da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), a responsabilidade pela política de execução do PNLD é transferida integralmente para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). O programa é ampliado e o Ministério da Educação passa a adquirir, de forma continuada, livros didáticos de alfabetização, língua portuguesa, matemática, ciências, estudos sociais, história e geografia para todos os alunos de 1ª a 8ª série do ensino fundamental público.

- l) **2000:** é inserida no PNLD a distribuição de dicionários da língua portuguesa para uso dos alunos de 1ª a 4ª séries em 2001 e, pela primeira vez na história do programa, os livros didáticos passam a ser entregues no ano anterior ao ano letivo de sua utilização. Os livros para 2001 foram entregues até 31 de dezembro de 2000.
- m) **2001:** o PNLD amplia, de forma gradativa, o atendimento aos alunos portadores de deficiência visual que estão nas salas de aula do ensino regular das escolas públicas, com livro didático em braile.
- n) **2002:** anos iniciais – 1ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível); anos finais – distribuição integral. Com o intuito de atingir, em 2004, a meta de que todos os alunos matriculados no ensino fundamental possuíssem um dicionário de língua portuguesa para uso durante toda sua vida escolar, o PNLD dá continuidade à distribuição de dicionários para os ingressantes na 1ª série e atende aos estudantes das 5ª e 6ª série. Em 2002, foi executado o PNLD 2003.
- o) **2003:** anos iniciais – 2ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível); anos finais – 1ª reposição e complementação. O PNLD distribui dicionários de língua portuguesa aos ingressantes na 1ª série e atende aos alunos das 7ª e 8ª série, alcançando o objetivo de contemplar todos os estudantes do ensino fundamental com um material pedagógico que os acompanhará continuamente em todas as suas atividades escolares. É distribuído, também, Atlas Geográfico para as escolas que possuem, concomitantemente, EJA e turmas de 5ª a 8ª série do ensino regular. É publicada a Resolução CD FNDE n.º 38, de 15 de outubro de 2003, que institui o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Com execução em 2003, o PNLD 2004 atendeu aos alunos do ensino fundamental.
- p) **2004:** anos iniciais – distribuição integral anos finais – 2ª reposição e complementação. Para o PNLD 2005, foi feita aquisição e distribuição de livros didáticos para os alunos de 1ª a 4ª série, para reposição e complementação, e a última reposição e complementação do PNLD 2002 aos alunos de 5ª a 8ª série. O atendimento do ensino médio foi instituído progressivamente. Em 2004, seu primeiro ano de execução, foram adquiridos livros de matemática e português para os alunos do 1º ano do Norte e do Nordeste. Foram entregues ainda cerca de 38,9 milhões de dicionários aos estudantes, para uso pessoal. O dicionário é de propriedade do aluno, que pode compartilhar a fonte de pesquisa com toda a família. Foram atendidos os alunos de 1ª série e aos repetentes da 8ª série. Além disso, 2004 é o ano de criação de uma ferramenta importante para a execução do PNLD, o Siscort, sistema direcionado a registrar e controlar o

remanejamento de livros e a distribuição da Reserva Técnica. Em 2004, o Siscort foi implantado em todos os estados, para atender as turmas de 1ª à 4ª série.

- q) **2005:** PNLD e PNLEM: A partir de 2005, a sistemática de distribuição de dicionários é reformulada, de maneira a priorizar a utilização do material em sala de aula. Assim, em vez de entregar uma obra para cada aluno, o FNDE fornece acervos de dicionários a todas as escolas públicas de 1ª a 8ª séries do ensino fundamental. As obras também passam a ser adaptadas ao nível de ensino dos alunos: dicionários do tipo 1, com 1 mil a 3 mil verbetes, adequados à introdução das crianças a este tipo de obra; dicionários do tipo 2, com 3,5 mil a 10 mil verbetes, apropriados a alunos em fase de consolidação do domínio da escrita; dicionários do tipo 3, com 19 mil a 35 mil verbetes, direcionados para alunos que já começam a dominar a escrita. As turmas de 1ª a 4ª séries recebem dicionários do tipo 1 e do tipo 2, enquanto as de 5ª a 8ª série recebem os do tipo 3. Os recursos para aquisição, distribuição e mixagem montam R\$ 44.301.055,56 e a quantidade distribuída para cada etapa ocorre da seguinte forma: Tipo 1 - 281.783 acervos (2.536.047 livros); Tipo 2 - 237.406 acervos (2.136.654 livros); Tipo 3 - 247.294 acervos (1.731.058 livros).
- r) **2006:** PNLD e PNLEM: anos iniciais – 2ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível); anos finais – 1ª reposição e complementação ensino médio – distribuição parcial (matemática e português para todos os anos e regiões do país). Distribuição de livros didáticos de todos os componentes curriculares para o 1º segmento do ensino fundamental (1ª à 4ª série/1º ao 5º ano), no âmbito do PNLD 2007, e a segunda reposição e complementação do PNLD 2004 (5ª à 8ª série/6º ao 9º ano). No PNLEM, houve reposição e complementação dos livros de matemática e português, distribuídos anteriormente, além da compra integral dos livros de biologia. Para os alunos que têm surdez e utilizam a língua brasileira de sinais (libras), houve distribuição (escolas de 1ª a 4ª série/ 1º ao 5º ano) do dicionário enciclopédico ilustrado trilingue - língua brasileira de sinais-língua portuguesa-língua inglesa.
- s) **2007:** PNLD e PNLEM: Anos iniciais – distribuição integral anos finais – 2ª reposição e complementação ensino médio – distribuição parcial (integral para biologia mais reposição e complementação de matemática e português). O FNDE adquire 110,2 milhões de livros para reposição e complementação dos livros anteriormente distribuídos para os anos iniciais (sendo plena para 1ª série consumível) e distribuição integral para anos finais. Foram atendidos, no ano letivo de 2008, 31,1 milhões de alunos de 139,8 mil escolas públicas. Foram adquiridos, ainda, 18,2 milhões de livros para 7,1

milhões de alunos de 15,2 mil escolas públicas de ensino médio. Seguindo a meta progressiva de universalização do material para esse segmento, o atendimento é ampliado com a aquisição de livros de história e de química. Houve ainda distribuição de dicionários trilingües de português, inglês e libras para alunos surdos das escolas de ensino fundamental e médio. Os alunos surdos de 1ª a 4ª série receberam ainda cartilha e livro de língua portuguesa em libras e em CD-ROM. Com a publicação da resolução CD FNDE 18, de 24 de abril de 2007, é regulamentado o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA), para distribuição, a título de doação, de obras didáticas às entidades parceiras do Programa Brasil Alfabetizado (PBA), com vistas à alfabetização e à escolarização de pessoas com idade de 15 anos ou mais.

- t) **2008:** PNLD e PNLEM 2008: anos iniciais – 1ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível); anos finais – distribuição integral ensino médio – distribuição parcial (integral para química e história mais reposição e complementação de matemática, português e biologia). Para utilização em 2009, houve aquisição e distribuição, em caráter de complementação e reposição, dos livros didáticos anteriormente distribuídos aos alunos e todo o ensino fundamental (sendo plena para 1ª série consumível). No âmbito do ensino médio, houve atendimento integral, sendo incluídos os livros de física e geografia. A aquisição dos livros distribuídos no ano anterior para esse segmento (química e história), foi em caráter de complementação e reposição.
- u) **2012:** é atingida a distribuição integral em todas as disciplinas. O PNLD 2012 é direcionado à aquisição e à distribuição integral de livros aos alunos do ensino médio (inclusive na modalidade educação de jovens e adultos), bem como à reposição e complementação do PNLD 2011 (6º ao 9º ano do ensino fundamental) e do PNLD 2010 (1º ao 5º ano do ensino fundamental).

A partir desse histórico-cronológico, percebe-se que o LD é importante para o processo de ensino aprendizagem. O livro didático configura-se como um importante instrumento para inserção das pessoas na sociedade e para a formação cidadã. Apesar de o LD possuir elevado valor, do ponto de vista social, o processo de distribuição e alcance do LD como objeto de investigação se desenvolveu de forma gradativa até o momento de contemplar todas as áreas de conhecimento e os vários níveis de formação.

O PNLD é considerado como um dos maiores programas públicos de distribuição de LD. Apesar do elevado investimento, considera-se que “a oferta desse recurso destinada a

disseminação do conhecimento seja cada vez maior, no espaço escolar, o livro impresso ainda é o material que melhor atende às necessidades dos professores” (BRASIL, 2012, p. 7).

Apenas no ano de 2005, o Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM) abriu inscrições para análises de obras didáticas destinadas aos alunos do ensino médio. Os pressupostos utilizados para análise consideravam que os LD deveriam auxiliar o professor em sua prática docente. Assim, foram selecionados LD de Português, Biologia, Física, Química, Matemática, Geografia e História.

Isso demonstra que os materiais de ensino, em particular o livro didático, têm papel relevante, como afirma Brasil (2005, p. 33):

A obra didática deve considerar, em sua proposta científico-pedagógica, o perfil do aluno e do professor visados, as características da escola pública e as situações mais típicas e frequentes de interação professor-aluno, especialmente na sala de aula. Além disso, nos conteúdos e procedimentos que mobiliza, deve apresentar-se como compatível e atualizada, seja em relação aos conhecimentos correspondentes nas ciências e saberes de referência, seja no que diz respeito às orientações curriculares oficiais.

Tal relevância e importância nesse processo tem a ver com a garantia da qualidade que o LD deve ter, contendo informações corretas, exercícios relevantes, oportunizando a participação dos alunos de forma crítica, consciente e ativa para uma formação cidadã.

Vale destacar que, para Mendes, Cruz e Angotti (2009):

A universalização do LD ao Ensino Médio como política pública educacional é um passo importante e positivo, porém merece ser acompanhada pelos professores e pesquisadores em Ensino. Os motivos que suscitam tal acompanhamento são de várias naturezas, tanto econômica por se tratar de um volume considerável de recursos financeiros que estão sendo investidos, quanto no que se refere à qualidade das obras que estão sendo distribuídas para todas as escolas brasileiras.

No entanto, é necessário nos LD uma proposta de trabalho coerente. Dentre tantos aspectos, merecem destaque características que: a) permitam o desenvolvimento do raciocínio, da participação efetiva do aluno no seu aprendizado; b) estimulem a tomada de decisões; c) tenham preocupação em resgatar os conceitos prévios, valorizando-os; d) tenham articulação entre os assuntos abordados; e) sejam de leitura agradável e que tenha boa abordagem conceitual; f) tornem-se um instrumento de ensino dinâmico e instigante.

5.2 CTS E OS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

A abordagem dos conteúdos de Química para nível médio com enfoque CTS é uma ferramenta de importante contribuição para o processo de ensino-aprendizagem, para o ensino de Química e formação para cidadania.

Ao trazer pressupostos das relações CTS no livro didático, espera-se que sejam apresentadas intenções dos autores quanto às concepções da proposta didática apresentada. Essas intenções refletem concepções dos currículos CTS (SANTOS, 2002, p. 82), como por exemplo: a introdução das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões e a proposição de atividades que envolvam a participação dos alunos.

Deste modo, o livro didático deixa de lado o desempenho de uma função pragmática e conteudista, contribuindo com a formação crítico-reflexiva do aluno.

Assim, Vasconcelos e Souto (2003, p. 93-94) afirmam que:

Os livros de Ciências têm uma função que os difere dos demais – a aplicação do método científico, estimulando a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e a formulação de conclusões. Adicionalmente, o livro de Ciências deve propiciar ao aluno uma compreensão científica, filosófica e estética de sua realidade (Vasconcellos, 1993), oferecendo suporte no processo de formação dos indivíduos/cidadãos. Conseqüentemente, deve ser um instrumento capaz de promover a reflexão sobre os múltiplos aspectos da realidade e estimular a capacidade investigativa do aluno para que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento. Esta postura contribui para a autonomia de ação e pensamento, minimizando a “concepção bancária” da educação, que nega o diálogo e se opõe à problematização do que se pretende fazer conhecer.

Neste sentido, o LD de Química com pressupostos CTS deve trazer em seus conteúdos temas sociais de modo contextualizado com os conceitos abordados. De acordo com Santos (2002, p. 81), “a química na sociedade é abordada aqui por meio de temas sociais que contextualizam o conteúdo de cada unidade programática”.

Segundo Santos e Schnetzler (2015, p. 49):

O que queremos dizer é que a Química no Ensino Médio não pode ser ensinada como um fim em si mesma, senão estaremos fugindo do fim maior da Educação Básica, que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade. Isso implica em ensino contextualizado, no qual o foco seja o preparo para o exercício consciente da cidadania. (SANTOS; SCHNETZLER, 2015, p. 49).

As concepções dos LD que apresentam abordagem temática numa perspectiva multidisciplinar com exploração de uma diversidade de conteúdos programáticos relacionados

aos aspectos sociais e introdução de temas sociais têm a função de motivar os alunos para estudar Química (SANTOS, 2002, p. 83).

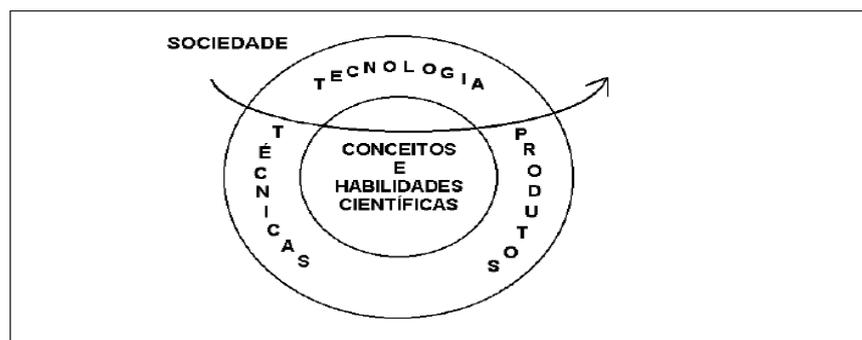
Mortimer (1988, p. 12) afirma que, nos LD de Química ocorreram algumas mudanças com o passar dos anos:

Os livros de química, a partir de 1970, apresentam as maiores mudanças em relação a períodos anteriores. Alguns autores publicam duas edições diferenciadas para um mesmo livro. Além disso, os livros trazem uma gama de truques gráficos, como títulos de tamanhos e formas variadas, conceitos em destaque, inúmeras ilustrações, nem sempre relevantes, tabelas, gráficos, desenhos, fotografias. Cresceu consideravelmente o número de exercícios, porém a variação de tais exercícios se encontra apenas no aspecto formal, uma vez que, em sua maioria, é exigida apenas a habilidade de memorização de conteúdos.

Essa mudança, tão necessária, nos traz a percepção de que existe a intencionalidade em superar os métodos tradicionais de ensino, pois a repetição exaustiva e sistemática de exercícios sobre um determinado assunto ou conteúdo não forma o cidadão. Neste sentido, superar paradigmas no processo de ensino aprendizagem deve ser um exercício contínuo, reflexivo da prática docente, e é algo que vai além de mera reprodução.

Assim, para que se elabore ou produza currículos CTS, segundo Aikenhead (1990, *apud* SANTOS; SCHNETZLER, 2015, p. 85), conteúdos específicos de Ciências (Química) devem possuir uma estrutura característica resultante da adoção de etapas, representadas na Figura 5.

Figura 5 – Sequência de organização de currículos CTS



Fonte: Santos e Schnetzler (2015, p. 85)

Para Aikenhead (1990, *apud* SANTOS; SCHNETZLER, 2015, p. 85) a seta da Figura 5 indica a sequência adotada nos projetos, sintetizada com os seguintes passos:

- 1) Uma questão social é introduzida;
- 2) Uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada;
- 3) O conteúdo científico é definido em função do tema social e da tecnologia introduzida;
- 4) A tecnologia correlata é estudada em função do conteúdo apresentado;
- 5) A questão social original é novamente discutida.

As etapas estão bem elaboradas e articuladas dentro dos aspectos e interações CTS, porém o livro didático, em sua grande maioria, disponibiliza e desenvolve os conteúdos e atividades propostas numa perspectiva formal.

É necessário que a escolha das obras ocorra de maneira qualitativa. Diante de uma necessária análise da literatura para amplificação do panorama, elencou-se considerações do enfoque CTS nos livros didáticos de Química, avaliando-se as perspectivas adotadas por alguns autores.

Os estudos realizados por Sá e Santin Filho (2009) tiveram como *corpus* os LD de Química do ensino médio escolhidos pelo PNLD de 2004. A análise proposta considerou o conceito de “Radioatividade e Energia Nuclear”, avaliando a forma como foi abordado, considerando as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Nesse estudo, Sá e Santin Filho (2009, p. 165) consideram que:

Percebe-se que eles estão aquém das expectativas com respeito às relações CTS, em um ou outro aspecto de abordagem, e não propiciam ao aluno informações suficientes para seu aprendizado. As atividades propostas não permitem desenvolvimento de criticidade, de espírito de busca, de atitudes para atividades em grupo, de raciocínio. Não permitem a exposição e debates de ideias, a análise sob diferentes pontos de vistas para os fenômenos ocorridos, não existem sugestões de trabalhos em equipes que incentivem o respeito às opiniões alheias, que desenvolvam um espírito de cooperação e de respeito entre os estudantes e que, por fim, possibilitem a tomada de decisões diante de fatos sociais relativos ao tema Radioatividade. Os textos não propiciam o desenvolvimento de uma postura de respeito às pessoas e ao meio ambiente, deixam de abordar questões sociais, políticas e éticas, não avaliam ou propiciam uma avaliação da relação dos riscos e benefícios da energia nuclear, fazem pouca ou nenhuma referência ao cotidiano das pessoas, não sugerem pesquisa, busca, textos complementares. Entendemos então que, para atender às expectativas de uma educação orientada pelos movimentos CTS, existe a necessidade de uma melhor elaboração de textos e de atividades. Assim, segundo nossa visão, todos os livros analisados deixam, em maior ou menor grau, a desejar no que se refere às relações Ciência, Tecnologia e Sociedade. Recomendamos uma reestruturação geral destas obras, para que possam atender às necessidades desta tendência educacional.

Neste sentido, entende-se que os livros de Química devem passar por reestruturação para atender aspectos relacionados à Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O estudo realizado por Maciel, Amaral e Xavier (2009) teve como objetivo verificar como a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é apresentada nos livros didáticos de Química recomendados pelo Ministério da Educação através do Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio. O conceito escolhido pelos autores foi Funções Orgânicas.

Maciel, Amaral e Xavier (2009, p. 111) afirmam que:

Os resultados mostraram que a inserção das relações CTS não está totalmente contemplada nos conteúdos de funções orgânicas nos livros didáticos, apesar da importância dos compostos orgânicos na sociedade e de suas aplicações e utilizações

no cotidiano dos cidadãos. Em alguns livros a abordagem das relações CTS aparece na maioria das vezes na forma de exemplificações, verificando-se pouca discussão em relação às implicações ao meio ambiente e ao contexto cultural e socioeconômico, não dando conta por si só em formar o aluno para sua efetiva cidadania. Foi verificado também que os textos possuem linguagem simples e atualizada e buscam apresentar os conceitos da química por meio da contextualização. Esse foi o ponto forte de algumas obras, tais como L5 e L6, conforme indicado no quadro 2. Além disso, essas duas obras são as que mais incorporaram mudanças no conteúdo curricular, transcendendo a abordagem tradicionalmente utilizada ao longo das três séries do ensino médio e fazendo uso de áreas temáticas para introduzir e apresentar conceitos científicos.

Conforme o estudo realizado por Maciel, Amaral e Xavier (2009), de modo geral, foi considerado que o enfoque CTS não é totalmente contemplado no conteúdo investigado. Apesar da relevância do conceito de Química Orgânica em situações sociais, os livros didáticos o abordam em formatação de exemplos e contextualização com situações do dia a dia, de maneira a apresentar os conceitos científicos.

De igual modo, Laia, Millnitz e Comiotto (2016) realizaram um estudo acerca dos livros didáticos de Química para análise das abordagens CTS em quatro obras aprovadas pelo PNLD 2015.

Nesse estudo, de acordo com Laia, Millnitz e Comiotto (2016, p. 403):

Os autores das coleções avaliadas neste artigo demonstram se preocupar com a condução metodológica dos conteúdos presentes nos LDs, fazendo uso de uma abordagem mais contextualizada, e focalizada em temas relacionados ao meio ambiente e situações do cotidiano. Em relação ao critério CTS, entre as quatro coleções avaliadas, somente uma delas (Química Cidadã) realiza esta abordagem de forma plena, ou seja, não existem fragmentações entre a ciência, tecnologia e sociedade. Esta, ainda apresenta contextualizações específicas em CTS, auxiliando no desenvolvimento crítico e cidadão dos estudantes. As demais coleções empregam CTS de maneira fragmentada, acarretando em uma abordagem sem (ou com poucos) fins benéficos durante o processo integrado de formação do estudante-cidadão.

Nesta perspectiva, os autores consideram que apenas uma de todas as obras analisadas contempla de forma satisfatória pressupostos CTS no livro didático de Química, sendo que os demais livros didáticos desenvolvem os conceitos de modo mais fragmentado. Isso, segundo os autores, não traz benefícios para o processo de formação cidadã do aluno.

Assim, observa-se que as considerações dos autores reforçam os resultados obtidos nessa dissertação, que considera que os livros didáticos de Química, em sua grande maioria, não contemplam os aspectos que possibilitam uma formação para a cidadania e o enfoque CTS.

Deste modo, considera-se como uma lacuna também encontrada nos LD de Química que foram aprovados pelo PNLD 2018, conforme resultados apresentados nas próximas seções.

Os resultados dessa análise estão detalhados e especificados no item 5.5.

5.3 PNLD/2018: OBRAS APROVADAS

O Ministério da Educação, através da Secretaria da Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), aprovou as obras para o ano de 2018. Os livros didáticos de Química escolhidos pelo PNLD, com base em seus critérios, estão apresentados no Quadro abaixo.

Quadro 9 – Livro Didático PNLD 2018 / Obras Aprovadas

COMPONENTE	EDITORA	CÓDIGO	COLEÇÃO
QUÍMICA	EDITORA ÁTICA	0020P18123	QUÍMICA
QUÍMICA	EDITORA SCIPIONE	0041P18123	QUÍMICA
QUÍMICA	SM	0074P18123	SER PROTAGONISTA QUÍMICA
QUÍMICA	EDITORA POSITIVO	0153P18123	VIVÁ - QUÍMICA
QUÍMICA	MODERNA	0185P18123	QUÍMICA - CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO E PROTI
QUÍMICA	AJS	0206P18123	QUÍMICA CIDADÃ

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Os critérios estabelecidos para análise e, posteriormente, a escolha dos livros didáticos estão estabelecidos no Guia dos Livros Didáticos do Ensino Médio do PNLD 2018.

Segundo Brasil (2017, p. 12), do ponto de vista do professor, dentre os critérios de análise para a aprovação dos LD, a coleção deve desempenhar funções como:

Fornecer informação científica e geral: diante da impossibilidade de se conhecer tudo e de manter-se atualizado em todas as frentes de estudo, uma função importante do livro didático está em assegurar a qualidade, a correção e a atualização das informações científicas e gerais que apresenta. Quanto mais aprofundadas e voltadas aos objetivos do ensino, mais essas informações contribuem com a tarefa docente de ensinar conhecimentos válidos e pertinentes.

Do ponto de vista geral e científico, os critérios pressupõem que os livros didáticos ofereçam suporte à atualização de conhecimentos pelos professores e em sua atividade docente.

Considerando os aspectos pedagógicos, Brasil (2017, p. 12) considera que:

Oferecer formação pedagógica diretamente relacionada ao componente curricular em questão: tendo em vista que as transformações de natureza epistemológica e teórica realizadas numa determinada área do conhecimento implicam, também, mudanças metodológicas em relação aos procedimentos e às estratégias de ensino, um livro didático que incorpore adequadamente tais avanços poderá contribuir de forma mais expressiva para a formação continuada dos professores. Auxiliar no desenvolvimento das aulas sem retrainir a autonomia docente: um bom livro didático não se furta de oferecer ao(a) professor(a) um planejamento detalhado e coerente para as aulas, assumindo o seu papel de atuar como um manual.

Nesta perspectiva, o livro didático é compreendido como um auxiliar, sem desvincular os atores do processo de ensino-aprendizagem. Assim, os critérios apresentam a necessidade de mudanças nas metodologias de ensino, procedimentos estratégicos e na formação continuada dos professores.

Deste modo, o professor desempenha de forma não secularizada sua função. Brasil (2017, p. 12) destaca ainda a importância da atuação do docente e a contribuição do livro didático quando diz:

Todavia, não pode desempenhar tal função prescindindo do professor e secundarizando a sua atuação. Professores(as) devem desempenhar um papel ativo, crítico e criativo em relação às propostas subjacentes ao livro didático, sempre pensando nos usos diferenciados que ele pode ensejar, como alterações de sequências, incorporação de atividades complementares, exploração de aspectos diversos da realidade local, dentre outros. Disponibilizar um bom Manual do Professor: muitas das funções anteriormente apresentadas se efetivam no Manual do Professor, que constitui um recurso essencial para o bom uso do livro didático, na medida em que explicita os fundamentos da proposta didático-pedagógica e orienta o docente em relação ao seu manejo, contribuindo substancialmente para a formação pedagógica.

Neste sentido, o livro didático configura-se como um recurso essencial, possibilitando ao professor meios que contribuem para a formação pedagógica, o melhor desempenho em sua atuação docente, e, conseqüentemente, a melhora no processo de ensino-aprendizagem.

No que se refere à avaliação dos conhecimentos, habilidade e atitudes que devem ser construídos, Brasil (2017, p. 12) destaca que:

Práticas de avaliação sempre se mostram desafiadoras aos docentes, razão pela qual espera-se que o livro didático contribua com a apresentação de critérios, estratégias e instrumentos de avaliação condizentes com as situações de ensino que propõe. Contribuir para a operação de práticas interdisciplinares na escola: assim como a avaliação, a perspectiva interdisciplinar tem se revelado um desafio constante. Importante apoio do livro didático ao trabalho docente pode se dar pela indicação de

sugestões para o planejamento, desenvolvimento e avaliação de projetos interdisciplinares. (BRASIL, 2017, p. 12).

A interdisciplinaridade também é um fator que não deve ser desvinculado na elaboração do livro didático, pois configura-se como um critério estratégico para superação de uma formação fragmentada. Assim, o livro didático fundamentado nesses pressupostos certamente possibilitará efetiva contribuição à formação do aluno.

Dentro desses critérios, Brasil (2017, p. 13) destaca ainda que o livro didático deve atender às seguintes expectativas:

À inserção dos jovens nas práticas sociais e culturais do mundo contemporâneo; aos interesses dos jovens e ao diálogo com as culturas juvenis; às agendas sócio-políticas e culturais; às linguagens e formas de comunicação proporcionadas pelo universo digital e pelas tecnologias da informação; às lutas sociais por direitos e pela superação das formas de violência, discriminações e preconceitos de quaisquer naturezas, tendo em conta aspectos voltados à operacionalização das Leis 10.639/2003 e 11.645/2008, que instituem a obrigatoriedade do ensino da história e cultura africanas, afro-brasileiras e indígenas.

Outro ponto muito importante na elaboração dos LD são os critérios que consideram a articulação de situações sociais, históricos e culturais aos conceitos e conteúdos programáticos, aspectos que direcionam para uma abordagem com características do enfoque CTS. Embora o guia PNLD/2018 não contenha indicações diretivas aos pressupostos CTS, percebe-se características relativas a este enfoque no guia.

No entanto, é necessário enfatizar a necessidade formativa relacionada ao enfoque CTS, visando à formação cidadã do aluno em todos os níveis de formação, temas e disciplinas, pois “os currículos CTS apresentam uma abordagem de ciência em sua dimensão ampla” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 116).

Nesta perspectiva, surgem questionamentos sobre os LD de Química aprovados pelo PNLD 2018, no que tange ao conceito de estudo dos gases: a) Este conceito foi trabalhado de modo a propiciar a discussão à luz dos pressupostos CTS? b) Quais possíveis vertentes foram adotadas: norte-americana, europeia ou latino-americana?

A partir destas questões desenvolve-se a análise do *corpus*.

5.4 DELINEAMENTO DA ANÁLISE

Com a escolha do conceito de estudo dos gases, realizou-se uma análise de conteúdo em livros didáticos de Química de nível médio. Esses livros foram selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático e utilizados a partir do ano letivo de 2018. O objetivo desta análise foi de identificar se existe nas obras a ocorrência de enfoque CTS e qual(is) sua(s) vertente(s) (norte-americana, latino-americana ou europeia).

Mas, antes, é necessário esclarecer: por que estudo dos gases?

O estado mais simples da matéria é um gás, uma forma da matéria que ocupa o volume total de qualquer recipiente que a contenha (ATKINS; PAULA, 2015, p. 15). A maioria dos gases são compostos moleculares, com exceção dos gases nobres, que são formados por átomos isolados.

Podemos interagir com os gases de diversas formas, como por exemplo: o oxigênio (O_2) está presente no ar na proporção de, aproximadamente, 20% em volume; o ozônio (O_3) encontrado na estratosfera é responsável pela absorção de parte significativa da radiação ultravioleta do Sol. O dióxido de carbono (CO_2) e vapor de água na atmosfera causam o chamado “efeito estufa”.

Mahan e Myers (1995, p. 20) afirmam que:

Além da importância histórica dos gases, existe uma outra razão para estudá-los. Os trabalhos do químico é relacionar, por meio de teorias, as propriedades das moléculas individuais. Esse é o caso da teoria cinética dos gases que constitui um exemplo notável de explicação bem-sucedida dos fenômenos macroscópicos em termos do comportamento molecular. [...] Assim, o estudo do estado mais simples da matéria pode nos levar a alguns dos conceitos mais universais da ciência física.

Como campo disciplinar, a Química tem sua razão de ser, sua especificidade, seu modo de interrogar a natureza, controlar respostas por meio de instrumentos técnicos e de linguagem peculiares, identificando as pessoas que os dominam como químicos ou educadores químicos (BRASIL, 2006, p. 104).

Nessa linha, Brasil (2006, p. 107), nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, destaca os pressupostos para educação básica indicados pela Lei n.º 9.394 de 1996 - LDB, entre os quais, estão:

Visão orgânica do conhecimento, afinada com a realidade de acesso à informação; destaque às interações entre as disciplinas do currículo e às relações entre os conteúdos do ensino com os contextos de vida social e pessoal; reconhecimento das linguagens como constitutivas de conhecimentos e identidades, permitindo o pensamento conceitual; reconhecimento de que o conhecimento é uma construção sócio histórica, forjada nas mais diversas interações sociais; reconhecimento de que a aprendizagem mobiliza afetos, emoções e relações entre pares, além das cognições e das habilidades intelectuais (BRASIL, 2006, p. 107).

Nesta perspectiva, o estudo dos gases e suas principais características é de extrema importância para a compreensão de vários processos, como por exemplo: químicos, naturais, sociais, econômicos, históricos, ambientais.

Diante disso, nesta análise, foram destacados aspectos *a priori* de natureza filosófica, sociológica, histórica, política, econômica e humanística. Segundo Rosenthal (1989, *apud* SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 116) esses aspectos caracterizam os pressupostos relativos à ciência em sua dimensão mais ampla para os conteúdos do currículo CTS.

Após a análise das interações CTS, foi realizada uma subdivisão com objetivo de identificar nos capítulos dos livros didáticos o enfoque CTS e de que modo estão sendo apresentados.

Os critérios seguem os princípios citados na metodologia na seção 3.2 - ANÁLISE DOS LIVROS. Na próxima seção, são apresentados os resultados dessa análise.

5.5 RESULTADOS

Os capítulos selecionados foram os que continham o conceito: estudo dos gases. Para melhor organização, entendimento e controle da análise, elaborou-se um Quadro (abaixo), com as informações de cada capítulo, considerando-se os seis livros didáticos.

Quadro 10 – Capítulos analisados

Código do livro	Capítulo(s) analisado(s)
L1	CAPÍTULO 3 - QUÍMICA E CIÊNCIA / 7. Propriedades dos gases / 8. Leis dos gases e teoria cinética dos gases. / páginas: 109-141.
L2	CAPÍTULO 1 - Teoria cinética dos gases / CAPÍTULO 2 - Misturas gasosas / páginas: 9 – 43
L3	Não existe um capítulo específico para o tema estudo dos gases. No Capítulo 5 - Um modelo para os estados físicos dos materiais, foram encontradas considerações sobre os gases, do tipo: como representar um modelo para os materiais gasosos a partir de experimentações sugeridas, que levavam a considerações sobre pressão, energia cinética das partículas gasosas e difusão e o comportamento dos gases com exemplos do cotidiano. Não foi abordado o conteúdo sistemático de estudo dos gases (as leis dos gases). Verificou-se também o volume 2 e neste também não existe um capítulo destinado ao conceito.

(Continua...)

(Continuação)

L4	Capítulo 6 - O gás oxigênio e sua importância para a vida na Terra / Tema 2 - O gás e os processos metabólicos: estudo de misturas com componentes gasosos / Tema 3 - A lei dos gases ideais e os cálculos estequiométricos envolvendo substâncias gasosas. Páginas: 235-255.
L5	UNIDADE 4 - ESTADO GASOSO / CAPÍTULO 12 - Gases: importância e propriedades gerais / páginas: 250-284
L6	UNIDADE 3 - Comportamento das substâncias / Capítulo 9 - O comportamento dos Gases / páginas: 166-182.

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme o Quadro 10, verificou-se que entre os livros didáticos analisados, cinco apresentavam o conceito em capítulos específicos sobre o estudo dos gases e apenas um não abordava o conceito nesta formatação.

Inicialmente, foi analisado se os livros apresentavam pressupostos CTS. Em seguida, considerando a ocorrência do enfoque CTS, foi analisado de qual(is) vertentes teórico-metodológicas os capítulos se aproximavam: norte-americana, europeia ou latino-americana.

As características que definem esse enfoque e suas vertentes metodológicas estão detalhadas na seção 3.2 – ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO.

A partir da identificação ou ocorrência dos pressupostos CTS e suas respectivas vertentes, como foi definido *a priori*, procedeu-se a análise de acordo com as subcategorias: C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7, conforme a Quadro 7, da seção 3 – Metodologia.

Na próxima seção são apresentadas as considerações das análises realizadas.

5.5.1 Livro 1 (L1)

Com base nas análises de conteúdo, seguem algumas considerações sobre as vertentes e subcategorias de análises definidas.

Com base na análise inicial, que tinha como objetivo identificar a ocorrência do enfoque CTS, considera-se que o L1 inicia o capítulo com um texto gerador de questão reflexiva e pertinente ao conceito, uma vez que suscita a curiosidade e o questionamento dos fatos. O livro traz aspectos inter/multidisciplinares e apresenta o conceito avaliado sistematicamente, de forma harmônica, coerente e lógica. A história da Química é apresentada de acordo com o desenvolvimento do texto. Considera-se que há um enfoque evidente em aspectos característicos da abordagem CTS na vertente norte-americana.

Na perspectiva das subcategorias de análise, considera-se que L1 contemplou a subcategoria C1- Tratamento cuidadoso das relações ciência e tecnologia, indicada no trecho abaixo especificado:

[...] As moléculas dos gases têm ampla liberdade de movimento. Essa propriedade explica o odor dos perfumes: as suas moléculas se espalham rapidamente pelo ar e sentimos o aroma porque algumas delas chegam ao nosso nariz. [...] Uma aplicação dessa transformação está na utilização de panela de pressão no preparo de alimentos. A panela de pressão, diferente das demais, é um sistema fechado. O aquecimento eleva sua pressão interna porque aumenta a energia cinética das moléculas dos gases, que não têm por onde escapar. Numa panela comum, mesmo com aquecimento, a pressão será sempre igual à pressão ambiente. Com o aumento da pressão interna na panela de pressão, a água utilizada no aquecimento vai entrar em ebulição a uma temperatura maior e, por isso, os alimentos serão cozidos mais rapidamente. O limite da pressão será definido pela válvula da panela. Quando a pressão ultrapassar um valor estipulado, a válvula será suspensa deixando escapar parte do gás e diminuindo a pressão. (SANTOS, 2016, p. 117).

Nesse trecho, o autor expressa perfil da subcategoria C1 de maneira clara, pois faz um tratamento cuidadoso das relações entre a ciência e a tecnologia, explicando através de exemplos de fácil compreensão dos conceitos de ciência. Nesse caso, o exemplo trata, especificamente, sobre pressão e movimento das partículas de um gás, faz relação com uma ferramenta comumente utilizada no cotidiano: a panela de pressão.

Considera-se que L1 contemplou a subcategoria C2 - Ciência como uma força produtiva ou destrutiva, nos trechos abaixo destacados:

Os dados apresentados neste capítulo demonstraram como a Ciência elabora modelos, os quais permitem fazer previsões sobre o comportamento da matéria. Foi visto também como as medidas científicas estão associadas aos erros. Esses erros geram incertezas, tornando incerto também os conhecimentos que estão diretamente associados à Ciência, como a Tecnologia. Isso levanta várias questões. Vamos começar pelo aspecto ético. Na medida em que avançam os conhecimentos sobre os processos químicos da vida, podemos fazer várias previsões sobre o seu futuro. Mas até que ponto temos o direito de controlá-la e manipulá-la? Por trás desse debate existem duas grandes questões: o direito à vida, que se constitui um direito universal básico, e a mercantilização. Essas questões se põem a partir do princípio básico da cidadania fundamentado na defesa do direito à vida e na proibição de qualquer ação que venha colocá-la em risco [...] (SANTOS, 2016, p. 132-137).

Nesse trecho, o autor se aproxima do perfil da subcategoria C2, quando destaca a preocupação em seu texto ao fazer referência à cidadania, ao direito à vida e à proibição dela ser colocada em risco. Neste sentido, ele faz apontamentos para o poder da ciência como força que pode ser direcionada para algo construtivo e/ou destrutivo.

Considera-se que L1 contemplou a subcategoria C6 - Avaliação crítica do papel da ciência, como pode ser visto no trecho abaixo ressaltado:

O acesso às novas tecnologias, por exemplo, da engenharia genética (conjunto de técnicas para identificar e manipular genes de organismos vivos) pode ser visto como defesa à vida daqueles que vão se beneficiar delas, com a ampliação de sua expectativa e qualidade de vida. Por outro lado, dada à incerteza inerente a todo modelo científico, os seus resultados podem também provocar riscos à vida. Nesse sentido, é necessário levar em conta as incertezas ao se promover um debate ético sobre qualquer tecnologia [...] (SANTOS, 2016, p. 132-137).

Nesse trecho, o autor destaca, de modo crítico, como a engenharia genética pode manipular os genes dos organismos vivos através das suas técnicas e metodologias, de modo a beneficiar parte da população em detrimento de outra. Considera que esse fator gera risco à vida e faz uma ressalva para a promoção de um debate ético em relação às tecnologias, tendo em vista a incerteza de seu uso.

L1 também contemplou a subcategoria C7 - Apresenta visão crítica da Evolução Tecnológica, cuja evidência é mostrada no trecho a seguir:

Tem que se considerar ainda que a discussão sobre o uso de uma tecnologia não pode se restringir a análises técnicas. Ao longo da história, exemplos não faltam de casos de tecnologias que produziram resultados positivos para a vida da população, mas que provocaram milhares de mortes posteriormente [...]. (SANTOS, 2016, p. 132-137).

No ponto destacado, o autor considera que é necessária uma ampla discussão sobre o uso das tecnologias. Ele explica que, ao longo da história e evolução da ciência, há inúmeros casos em que as tecnologias desenvolvidas produziram resultados positivos, porém também há, em contrapartida, aqueles que provocaram milhares de mortes. Neste sentido, as peculiaridades da subcategoria C7 se evidenciam com o apontamento dessa visão crítica sobre a evolução tecnológica.

Dentro da abordagem das subcategorias, considera-se que o capítulo do livro didático L1 contemplou todas as subcategorias. No entanto, percebe-se a presença mais enfática dos aspectos C2, C6, C7, pois o autor, após abordagem do tema, traz em seu texto uma exposição crítica sobre a ciência, tecnologia e consequências de quando são utilizadas sem respaldo ético.

As demais subcategorias, C3, C4 e C5, também foram contempladas. Considera-se que L1 contemplou a subcategoria C3 - O papel da ciência na evolução das ideias no trecho separado:

Após seu regresso à Inglaterra, entrou para Oxford, o principal centro científico do país na época. Foi lá que Boyle teve a oportunidade de conviver com um grupo de brilhantes sábios dedicados à Ciência experimental, que dariam origem, segundo uma carta do rei, de 1660, à Sociedade Real. O cientista irlandês desenvolveu equipamentos para medir a pressão dos gases e fez diversos experimentos, a partir dos quais pôde propor a lei que ficaria conhecida como Lei de Boyle. Boyle definiu

elemento como substância “incapaz de sofrer decomposição por qualquer meio conhecido”. Era um atomista convicto e os seus trabalhos contribuíram para o nascimento da Química como Ciência, tanto pelas suas teorias como pela introdução do método experimental, que ainda não era largamente usado. O marco do surgimento da Química foi estabelecido com a obra de Lavoisier [1743-1794], aproximadamente cem anos depois, mas isso só foi possível graças ao trabalho anterior de diversos pensadores, entre os quais Boyle. Morreu em 30 de dezembro de 1691, aos 64 anos, e sua contribuição para o desenvolvimento das Ciências pode ser percebida pelo tributo que lhe prestaram na época: “Robert Boyle fareja a verdade”. [...] Aumentando a velocidade, se a pressão for constante, o volume ocupado tende a aumentar. Essa propriedade do gás foi estudada em 1787 pelo cientista francês Jacques Alexandre Cesar Charles [1746-1823]. Seu trabalho seria o primeiro passo para o estabelecimento de uma lei física que se completaria com as pesquisas do químico e físico francês Joseph Louis Gay-Lussac [1778-1850]. Como homenagem ao trabalho desses cientistas, a lei que relaciona temperatura e volume de um gás ficou conhecida como Lei de Charles e Gay-Lussac. (SANTOS, 2016, p. 123; 124).

Nesse fragmento, o autor traz um percurso histórico do desenvolvimento das leis dos gases, destacando de modo temporal, com especificações de datas, lugares e fazendo referência aos cientistas que tiveram sua parcela de contribuição para a construção do conceito, leis, teorias e propriedades dos gases.

Considera-se que L1 contemplou a subcategoria C4 - O papel da ciência na modificação do meio. Ressalta-se:

Você sabia que a atmosfera da Antártida sofre um processo de degradação, embora praticamente não haja atividade humana no local? É que as moléculas dos gases estão em constante movimento e dispersam-se por toda a atmosfera. A dispersão atenua os efeitos de alguns gases tóxicos em determinadas regiões, mas não elimina o problema e se globaliza. É por esse motivo que o acidente nuclear de Chernobyl contaminou vários países da Europa. É por isso também que o fenômeno de chuvas ácidas, provocado pela produção de gases de enxofre em usinas termelétricas no Sul do Brasil, afeta o Paraguai. Portanto, uma propriedade básica dos gases, como a dispersão, é um dos motivos que tornam a poluição atmosférica um problema de caráter mundial, envolvendo aspectos políticos e econômicos. Para buscar soluções para tais problemas, é preciso compreender bem as propriedades dos gases. Por isso, vamos estudá-las. [...] Gases de enxofre produzidos pelas usinas termelétricas no Sul do Brasil são responsáveis pela chuva ácida que atinge o Paraguai. Usina termelétrica a gás de Araucária (PR), 2008. [...] No ano 2012, o “buraco na camada de ozônio” (mancha azul-escuro) atingiu uma área de 28,6 milhões de km², deixando os cientistas preocupados. Em setembro de 2002, ela havia diminuído. No entanto, voltou a aumentar. E o futuro, o que nos reserva? [...]. Por causa da destruição da camada de ozônio, os gases das modernas geladeiras não contêm CFCs. Será que esses gases não vão nos trazer novos problemas? (SANTOS, 2016, p. 114; 133; 134).

Aqui, o autor salienta como a ciência modifica o meio com exemplos da emissão de gases nocivos à camada de ozônio, que gera, conseqüentemente, modificação do clima a partir do efeito estufa, no derretimento das calotas polares e modifica o meio ambiente. Destaca ainda que este é um problema de ordem mundial, pois mesmo que sejam emitidos em determinados locais, os gases (e os seus malefícios) se propagam de maneira global.

Avalia-se que L1 contemplou a subcategoria C5 - Ciência como fruto do trabalho coletivo neste recorte:

[...] As teorias científicas são, em geral, propostas por um cientista, ou seu grupo de pesquisa, a partir de estudos desenvolvidos por diversos outros cientistas. No caso da teoria cinética dos gases, ela foi elaborada por diversos cientistas de diferentes nacionalidades, de forma que foi construída pela comunidade científica, não sendo produto de um único cientista ou grupo de cientista. Acima, temos exemplos de alguns desses cientistas que contribuíram para a elaboração da atual teoria cinética dos gases. (SANTOS, 2016, p. 129).

Nesse recorte, o autor aponta que a teoria cinética dos gases foi elaborada por diversos cientistas, enfatizando que o conhecimento sobre o conceito se deu de maneira construtiva pela comunidade científica, e não como resultado de um conhecimento desenvolvido apenas por um autor. Deste modo, fica evidenciado o caráter da subcategoria C5.

Conclui-se que, neste capítulo, o autor traz o tema estudo dos gases articulado com aspectos críticos, sociais, históricos, ambientais e, principalmente, éticos, no que se refere ao uso da ciência e da tecnologia. Ele aborda temas que levam à reflexão sobre o uso da ciência e das tecnologias que provocam danos, ou como o próprio autor se refere: “que provocam milhares de mortes” (SANTOS, 2016, p. 132). Considera-se que a abordagem leva o aluno a uma tomada de consciência sobre tais aspectos de um modo crítico-reflexivo diante das consequências que a ciência e a tecnologia desencadeiam à humanidade.

O Quadro 11 sintetiza as considerações e análises realizadas sobre o L1.

Quadro 11 – Análise L1

Perspectiva	Vertente Predominante	Subcategorias de análises
Histórica, cotidiano, repercussões sociais, evolução do conhecimento, causa e consequência de problemas ambientais, criticidade sobre ciência e tecnologia	Norte-americana	C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7

Fonte: Elaborado pela autora.

5.5.2 Livro 2 (L2)

Neste livro, o primeiro ponto que chama atenção é o fato da autora ter escolhido abordar o conceito nos dois primeiros capítulos do volume 2 (que corresponde ao livro do segundo ano

do ensino médio). Geralmente, o estudo dos gases é abordado no volume 1, no livro que corresponde ao primeiro ano do ensino médio.

O capítulo inicia com um texto gerador com questões reflexivas e pertinentes ao conceito. Dessa forma, suscita a curiosidade e o questionamento sobre os fatos. Traz aspectos inter/multidisciplinares. Trabalhando sistematicamente, de forma harmônica, coerente e lógica. A história da Química é apresentada à medida em que discorre o texto. Considera-se que, apresenta de forma evidente aspectos característicos do enfoque CTS. A análise que foi feita desta obra assemelha-se ao da obra L1, com a ressalva de que o L2 foi considerado mais completo em termos de curiosidades, exemplos, gráficos, notícias sociais e reais no contexto brasileiro. Desta forma, a característica CTS desenvolvida segue a vertente europeia.

Dentro da abordagem das subcategorias, considera-se que o capítulo desse livro didático contemplou duas das subcategorias estabelecidas: C1 e C3, não apresentando as subcategorias C2, C4, C5, C6 e C7.

Na perspectiva das subcategorias de análise, considera-se que L2 contemplou a subcategoria C1 - Tratamento cuidadoso das relações ciência e tecnologia nos trechos abaixo especificados:

[...] No nosso dia a dia, como quando cozinhamos um alimento, observamos um veículo movido a GLP (gás liquefeito de petróleo) ou enchemos balões para uma festa, precisamos entender como um gás se comporta. [...] Dentro do pneu de um automóvel, o choque das partículas dos gases contra as paredes internas do pneu (que ocorre igualmente em todas as direções) é que o mantém cheio por igual (sem deformações). Logo, o ar dentro dos pneus exerce uma determinada pressão interna. O fabricante do veículo indica a pressão necessária em cada pneu, de modo que, no total, os quatro pneus juntos exerçam uma pressão igual a do peso do carro (lembre-se de que o peso é uma força). [...] O spray é um aerossol líquido no qual o dispersante gasoso é denominado propelente e o disperso líquido é uma mistura que contém o(s) ingrediente(s) ativo(s) do produto. Atualmente, a maioria dos sprays utiliza os gases propano, C₃H₈ (g), e butano, C₄H₁₀(g), sozinhos ou misturados, como propelente. Dentro da embalagem, esses gases são mantidos parcialmente no estado líquido por estarem submetidos a uma pressão superior à atmosférica. Essa pressão provoca a subida do líquido através do tubo conectado à válvula. (FONSECA, 2016, p. 10; 13; 21).

Nessa parte, o autor evidencia características da subcategoria C1 de maneira clara, pois faz um tratamento cuidadoso das relações entre a ciência e a tecnologia, com exemplos de fácil compreensão dos conceitos de ciência. Nesse caso, especificamente, sobre a pressão que as partículas do gás exercem dentro do pneu; o GLP; spray que contém o gás propano e explica que esses devem estar submetidos a pressão maior que a atmosférica.

Julga-se que L2 contemplou a subcategoria C3 - O papel da ciência na evolução das ideias, conforme pode ser visto no extrato destacado:

Jacques Alexandre César Charles foi pioneiro em usar H₂ (g) para encher balões aerostáticos e a subir nesses balões, atingindo 1.600 metros de altura. Charles descobriu que todas as substâncias em estado gasoso obedecem a um mesmo princípio: cada vez que sua temperatura é aumentada em 1 °C, todas elas sofrem um aumento de volume equivalente a 1/273,15 de seu volume a 0 °C. Isso o levou a concluir que, à temperatura de -273,15 °C, o volume de qualquer gás se anularia. Porém não publicou sua teoria, que só foi levada a conhecimento público cinco anos depois (1802), por Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850). [...] Benoît Paul-Émile Clapeyron nasceu em Paris, França, em 1799. Foi engenheiro e físico e seus trabalhos influenciaram o estabelecimento das leis da Termodinâmica. Clapeyron estudou na École Polytechnique e na École des Mines antes de partir para São Petersburgo, em 1820, para lecionar na École des Travaux Publics, já que era especialista em construção de locomotivas e ferrovias [...]. O químico inglês John Dalton (1766-1844) sempre teve um grande interesse pelo estudo da Meteorologia. Sabendo que Lavoisier tinha descoberto que o ar continha pelo menos dois gases de massas diferentes (nitrogênio e oxigênio), Dalton começou a elaborar algumas questões básicas sobre a atmosfera. [...] Dalton concluiu que a quantidade de vapor de água em meio a um gás não depende da natureza do gás, depende apenas da temperatura. [...] Com base na equação de Clapeyron e na lei de Dalton, o físico francês Émile Hilaire Amagat (1841-1915) chegou à definição do conceito de volume parcial de um gás. O volume parcial ocupado por um gás em uma mistura gasosa é igual ao volume que esse gás ocuparia se estivesse sozinho suportando toda a pressão da mistura à mesma temperatura. De onde vem a denominada lei dos volumes parciais ou lei de Amagat: O volume total de uma mistura gasosa é igual à soma dos volumes parciais dos gases que a compõem. (FONSECA, 2016, p. 18; 29; 34; 35).

Nesse ponto, a autora traz um percurso histórico, destacando de modo temporal com especificações de datas e lugares. Faz também referência aos cientistas que contribuíram para a construção do conceito, leis, teorias e propriedades dos gases. Nesta obra, a autora aborda a história, a evolução do conhecimento e aplicação dos conceitos na construção de meios tecnológicos, como por exemplo a locomotiva, o seu aprimoramento e a facilitação do seu uso à medida que eram feitas novas descobertas.

De modo geral, a subcategoria C3 é enfatizada numa perspectiva de evolução dos conhecimentos da ciência ao passar dos anos. A subcategoria C1 também foi abordada de modo considerável durante todo o texto pois, a autora traz situações do cotidiano fazendo associação ao conceito discutido no capítulo. Esses aspectos são retratados ao longo do texto, sempre de forma associativa ao conceito.

Percebe-se ainda que, ao longo do capítulo, o estudo dos gases é articulado de modo mais sistemático. No entanto, apesar de fazer várias referências a fenômenos naturais — como: zonas de baixa pressão que geram tornados e tufões e baixa umidade do ar —, a autora não suscita reflexões críticas a estes fenômenos numa perspectiva de causa e/ou consequência de fatores ligados eles. Poderia ter inquietado o seu leitor com questões sobre o efeito estufa, destruição da camada de ozônio ou algum problema ambiental gerado em consequência da ação do homem.

As subcategorias C2 - Ciência como uma força produtiva ou destrutiva e C4 - O papel da ciência na modificação do meio não foram contempladas.

De igual modo, as subcategorias C5 - Ciência como fruto do trabalho coletivo, C6 - Avaliação crítica do papel da ciência e C7 - Apresenta visão crítica da Evolução Tecnológica não foram contempladas, pois o texto não faz direcionamento para análise crítico-reflexiva da evolução e do uso das tecnologias. Assim, considera-se que o texto tem um direcionamento inexistente nesta perspectiva.

O Quadro 12 mostra, de modo sintetizado, as considerações e análises realizadas no Livro 2.

Quadro 12 – Análise L2

Perspectiva	Vertente	Subcategorias de análises
Histórica, social, cotidiano	Europeia	C1, C3

Fonte: Elaborado pela autora.

5.5.3 Livro 3 (L3)

No L3, embora não tenha um capítulo específico para o conceito, e a abordagem dos compostos gasosos tenha sido restrita à discussão sobre difusão, cinética dos gases e pressão, considera-se que o modo como foi trabalhado foi positivo, pois o texto buscava sempre trazer questões reflexivas e investigativas acerca dos gases e seu comportamento, ligando-os a situações do cotidiano. No entanto, considera-se que não existem indicadores suficientes para categorizar o enfoque CTS. Assim, não é possível análise das subcategorias e vertentes deste enfoque.

5.5.4 Livro 4 (L4)

No L4, na introdução do capítulo sobre estudos dos gases, o autor destaca que: "com o objetivo de simplificação dos estudos, será considerado apenas o comportamento ideal dos gases" (CISCATO et al., 2016, p. 236). Com essa apresentação, o autor esclarece que o texto não tem o objetivo de apresentar o conceito de modo mais aprofundado, apenas será abordada uma pequena parte: o comportamento ideal dos gases.

Apesar disso, foi realizada a leitura, e algumas considerações gerais sobre o capítulo desta obra são expostas:

- a) O autor desenvolve todos os aspectos conceituais do comportamento dos gases ideais de forma sistemática, porém relacionada poucas vezes com o cotidiano, apesar de apresentar uma sequência lógica e clara em seus termos.
- b) Apenas no final do capítulo há um breve histórico dos balões de hidrogênio de forma fragmentada em relação a todo o conteúdo trabalhado.

Assim, considera-se que o capítulo não possui elementos substanciais de análise sobre o estudo dos gases. Deste modo, conclui-se que não figuram aspectos CTS no texto analisado.

5.5.5 Livro 5 (L5)

O L5 inicia o capítulo com a história da química e, ao longo do texto, também traz recortes históricos. Observa-se de modo muito sutil aspectos CTS que se associam com a vertente ambiental caracterizada pela tradição europeia. Existe uma intencionalidade inter/multidisciplinar quando, na página 280, apresenta um texto intitulado *Troca gasosa na respiração*, que relata as interligações de conceitos e conexões entre a Química e Biologia.

Considera-se que L5 contemplou a subcategoria C1 - Tratamento cuidadoso das relações ciência e tecnologia, no trecho destacado:

Combustíveis gasosos extraídos do petróleo são bastante utilizados em nosso cotidiano. [...]. É isso que ocorre com o combustível do botijão tanto do gás de cozinha, chamado de gás liquefeito de petróleo (GLP), como do gás usado como combustível de automóveis, o chamado gás natural veicular (GNV). [...] O conceito de pressão tem grande importância quando nos referimos a um fluido, isto é, a um líquido ou a um gás. Por exemplo, quando uma pessoa mergulha até o fundo de uma piscina, toda a coluna de água que a recobre exercerá uma pressão sobre ela, de tal modo que, quanto mais no fundo ela estiver, maior será essa pressão. (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 256; 258).

Esse fragmento apresenta características da subcategoria C1, pois existe um tratamento cuidadoso das relações entre a ciência e a tecnologia. Os conceitos são explicados com exemplos de fácil compreensão, nesse caso, sobre a pressão que o ar exerce quando uma pessoa mergulha na piscina, destacando a importância desse conhecimento em situações reais. Outro exemplo apresentado é referente aos derivados de petróleo, como o GLP, suas aplicações e usos.

Considera-se que L5 contemplou a subcategoria C2 - Ciência como uma força produtiva ou destrutiva, conforme os excertos destacados:

Os dirigíveis, contudo, foram utilizados durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), vitimando muitas pessoas, o que, acredita-se, desencadeou em Santos Dumont a grave depressão que o levaria ao suicídio, em 1932. [...] Outro exemplo da importância do estudo dos gases é a invenção da máquina a vapor, fundamental para a Revolução Industrial, no século XIX. O funcionamento dessa máquina é baseado na transformação da energia térmica armazenada no vapor de água em energia mecânica. (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 253; 254).

Nesses excertos, os autores abordam características da subcategoria C2, quando destacam a preocupação em seu texto ao fazer referência a um acontecimento durante a Primeira Guerra Mundial, que vitimou muitas pessoas. Revela-se a importância da descoberta e se resalta o fato de seu criador ter cometido suicídio em função de tantas pessoas que foram mortas a partir do uso dessa tecnologia, apesar de sua grande contribuição para o desenvolvimento e crescimento industrial daquela época. Neste sentido, os autores apontam para o poder da ciência como força que pode ser direcionada para algo construtivo e/ou destrutivo.

Considera-se que L5 contemplou a subcategoria C3 - O papel da ciência na evolução das ideias no trecho destacado:

Os conhecimentos acumulados sobre os gases foram essenciais, por exemplo, para compreender aspectos básicos relativos à estrutura da matéria. Foi com o estudo das descargas elétricas em gases bastante rarefeitos que ocorreram importantes avanços nos modelos atômicos. É o caso dos experimentos realizados por Thomson, a partir dos quais ele propôs a existência de cargas elétricas no átomo. (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 254).

Nesse fragmento, os autores trazem um percurso histórico muito limitado do desenvolvimento das leis dos gases. Não é destacado de modo temporal, nem com especificações de datas ou lugares. Faz referência nominal a um cientista e resalta a sua contribuição no desenvolvimento da teoria, que também precisou das contribuições de outros cientistas. Os autores destacam que todo conhecimento acumulado das teorias dos gases contribuíram, por sua vez, para outras teorias. Nesse caso, especificamente, é citada a teoria das cargas elétricas dos átomos. Apesar de fazer referência de maneira simples, considera-se que, ainda assim, a subcategoria C3 foi contemplada, pois o objetivo não é identificar quantitativamente a ocorrência, mas sim se existe a ocorrência dos pressupostos.

Considera-se que L5 contemplou a subcategoria C5 - Ciência como fruto do trabalho coletivo a partir deste recorte:

As consequências tecnológicas dos trabalhos coletivos de vários cientistas que estudaram essas descargas presentes em nosso cotidiano em anúncios luminosos ou

em lâmpadas fluorescentes, por exemplo. Gases a baixa pressão se ionizam ao receberem descargas elétricas. (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 254).

Nesse trecho, o autor apresenta de maneira explícita a ocorrência da subcategoria em análise, uma vez que destaca que a tecnologia desenvolvida é decorrente de contribuições coletivas por parte da sociedade científica e que está presente em nosso cotidiano. O exemplo dado neste ponto refere-se às luzes fluorescentes com gases de baixa pressão, que recebem cargas elétricas e se ionizam. Deste modo, ficam evidenciadas as características da subcategoria C5.

Dentro da abordagem das subcategorias, considera-se que o capítulo do livro didático L5 apresenta aspectos que contemplam os critérios C1, C2, C3 e C5. No entanto, apesar de tocar os critérios citados, verifica-se que eles são pontuais e não são desenvolvidos com ênfase necessária ao longo do texto.

Tais aspectos aparecem no texto introdutório do conceito. Ao longo do capítulo, o estudo dos gases é articulado de modo mais sistemático.

Em relação aos critérios C4, C6 e C7, o texto não aponta direcionamento para análise crítico-reflexiva das evoluções e uso das tecnologias. Assim, não contempla essas subcategorias.

O Quadro 13 demonstra as considerações e análises realizadas no L5.

Quadro 13 – Análise L5

Perspectiva	Vertente	Subcategorias de análises
Histórica, repercussão social, cotidiano, evolução do conhecimento	Europeia	C1, C2, C3 e C5

Fonte: Elaborado pela autora.

5.5.6 Livro 6 (L6)

O capítulo analisado no L6 inicia com um texto gerador, apontando um problema ambiental ocasionado pela indústria: a emissão de gases poluentes na atmosfera e suas consequências. Ao longo do capítulo, o conceito de estudo de gases é abordado de forma sistemática, sempre trazendo exemplos do cotidiano. Há quadros com a História da Química, relacionando-a com o ponto em discussão sobre o conceito. Traz a inter/multidisciplinaridade ao abordar os conceitos de gases e vapor de água (Química e Física) e a produção de biogás (Química e Biologia). No final do capítulo, tem um tópico denominado: Ciência, tecnologia e

sociedade, que traz apontamentos de um problema ambiental causado por ações da indústria (poluição) que resultará em consequências sociais, econômicas e ambientais. E, ao final do texto, são enunciadas três questões como sugestão para discussões sobre a problemática relatada.

O tema identificado pelo autor como Ciência, Tecnologia e Sociedade aparece apenas no final do capítulo, havendo, portanto, uma inversão quanto aos pressupostos CTS. Mesmo assim, considera-se que foi relevante a forma trabalhada no capítulo, pois foram relatados problemas ocasionados por indústrias e suas consequências sociais. Com isso, o texto de aproxima dos aspectos CTS na vertente norte-americana.

Considera-se que L6 contemplou a subcategoria C1 - Tratamento cuidadoso das relações ciência e tecnologia no trecho destacado:

O biogás ocorre naturalmente em pântanos, mangues, lagos e rios, mas também pode ser obtido, de forma artificial, em reservatórios que contêm matéria orgânica, chamados de biodigestores. É possível utilizar matéria orgânica proveniente de dejetos humanos e de animais, lodo de esgoto, restos de comida, resíduos agrícolas, entre outros. No processo, além da formação de biogás, ocorre a produção de um líquido, o chorume, que apresenta propriedades fertilizantes e, por isso é utilizado como adubo em plantações. [...]. (LISBOA, 2016, p. 176).

As características da subcategoria C1 são evidenciadas em L6 quando o autor cita o processo natural de obtenção do biogás, a partir do processo industrial e suas aplicações em situações reais.

Considera-se que L6 contemplou a subcategoria C3 - O papel da ciência na evolução das ideias ao discorrer:

Em 1804, designado pelo governo francês, fez duas ascensões em balão, com o objetivo de estudar as regiões elevadas da atmosfera. Suas investigações científicas foram coroadas de êxito, havendo, entre outros importantes resultados, averiguado a invariabilidade da composição do ar [...] Em 1802, procedendo a investigações sobre o fenômeno da expansão dos gases [...] demonstrou que, “sob pressão constante, o volume de um gás perfeito varia na razão direta da temperatura”. A *lei de Gay-Lussac* também conhecida por *lei de Charles*, ou *lei de Charles e Gay-Lussac*, é simples corolário do princípio estabelecido, em 1787, pelo físico francês Jacques Charles [...]. (LISBOA, 2016, p. 170, grifo do autor).

Nessa citação, o autor traz um percurso histórico, destacando de modo temporal, com especificações de datas e lugares, e fazendo referência aos cientistas que tiveram sua parcela de contribuição para a construção do conceito, leis, teorias e propriedades dos gases. Nesta obra, é abordada a história, a evolução do conhecimento e aplicação dos conceitos na construção de

meios tecnológicos, como, por exemplo, os balões utilizados para estudar regiões elevadas da atmosfera e realizar investigação sobre fenômenos relacionados ao estudo dos gases.

Considera-se que L6 atende a subcategoria C4 - O papel da ciência na modificação do meio, no texto destacado:

A presença do dióxido de carbono (gás carbônico) e vapor de água na atmosfera absorve parte da radiação infravermelha (calor) emitida pelo Sol, causando o efeito estufa. [...] Devido a ações humanas, porém, esse efeito tem se intensificado, fazendo com que a temperatura global alcance níveis comprometedores para a manutenção do equilíbrio de diversos biomas [...]. Nas regiões árticas como o Alasca, o degelo e a decomposição da matéria orgânica, como restos de plantas e animais, emitem vasta quantidade de gases do efeito estufa na atmosfera. *Permafrost* é uma palavra cujo significado é conhecido apenas por cientistas e ambientalistas, mas pode cair na boca do povo [...]. O motivo é que essa camada de terra, gelo e rochas, em tese permanentemente congelada, presente nas regiões árticas [...] também está sentindo o avanço do aquecimento global. [...] A elevação das temperaturas nessas áreas causa uma enorme liberação de gases de efeito estufa (GEE), sobretudo metano, cuja capacidade de reter calor é 25 vezes maior do que a do dióxido de carbono [...]. (LISBOA, 2016, p. 166; 174).

Nesse recorte, o autor esclarece como a ciência modifica o meio enfatizando aspectos ambientais, característica da subcategoria C4. Existe uma preocupação quanto ao efeito estufa, suas causas, processo e consequências para o planeta. Destaca-se, ainda, que este é um problema de ordem mundial, pois gases que são emitidos em lugares específicos propagam os malefícios dessa emissão gasosa de maneira global.

Considera-se que o capítulo desse LD abrange 3 dos 7 das subcategorias analisadas, são eles: C1, C3 e C4. Deste modo, os C2, C5, C6 e C7 não foram contemplados, pois o texto não aponta para uma análise crítico-reflexiva das evoluções e uso das tecnologias. Assim, considera-se que o texto tem um direcionamento inexistente quanto aos critérios críticos e reflexivos das tecnologias, bem como às discussões de mudanças sociais e de produção a partir das tecnologias.

Por fim, considera-se que o L6 apresenta seu texto articulando o conceito de modo sistemático. O Quadro 14 exhibe os resultados sintetizados da análise dessa obra.

Quadro 14 – Análise L6

Perspectiva	Vertente	Subcategorias de análises
Cotidiano, causas e consequências de problemas ambientais, histórica	norte-americana	C1, C3 e C4

Fonte: Elaborado pela autora

5.5.7 Algumas considerações

A partir dos resultados obtidos, percebeu-se que dos 6 (seis) livros didáticos analisados:

- a) 2 (L3 e L4) não apresentaram características dos pressupostos CTS;
- b) 2 (L6 e L1) apresentam pressupostos CTS numa vertente predominantemente norte-americana;
- c) 2 (L5 e L2) apresentam pressupostos CTS numa vertente predominantemente europeia, sendo que L2 deixa evidente tais características e L5 as apresenta de modo sutil;
- d) Nenhuma obra apresenta pressuposto CTS na vertente do PLACTS.

Na análise das subcategorias dos LD, percebe-se que:

- a) Apenas o L1 demonstrou preocupação em articular o tema numa perspectiva crítico-reflexiva da ciência e da tecnologia, apontando as graves consequências que geram seu uso inadequado;
- b) L2 preocupou-se em fazer relações apenas no contexto cotidiano e histórico;
- c) L3 e L4 foram considerados sem ocorrências CTS e, por esse motivo, não foram analisadas as subcategorias;
- d) L5 destaca-se pelo fato de ter abordado eventos ambientais. No entanto, não foi feita uma abordagem crítica de tais eventos, apresentando apenas esses eventos sem suscitar discussões críticas sobre o assunto;
- e) L6, na abordagem ambiental, fez um pequeno direcionamento às causas e consequências, porém sem criticidade sobre o tema.

Embora de forma superficial, infere-se que ocorre um avanço na abordagem CTS nos LD de Química. Provavelmente, essa superficialidade aponte para o fato de que os autores e editores dos LD, de alguma forma, desconhecem a literatura referente à pesquisa em educação CTS.

Por isso, a inserção do enfoque CTS no contexto educacional antecede ações de planejamento diante das diversas maneiras de ensinar Ciências. Consiste, também, em ultrapassar a forma “engessada” dos currículos presentes nas escolas de EM e na mudança no processo formativo de professores de Ciências Naturais (Química, Física e Biologia), para que estes possam optar (produzir) materiais didáticos que os auxiliem em suas práticas à formação cidadã.

Neste sentido, o desenvolvimento dos estudantes enquanto críticos do conhecimento científico decorre de uma formação em que se avaliem os riscos, haja discussões e questionamentos sobre aspectos econômicos, desenvolva-se valores à alfabetização científica. Isto é, uma educação que se preocupe com as complexas questões sócio científicas e com a capacidade de tomada de decisões sobre os avanços (e retrocessos) da Ciência, da Tecnologia e de suas implicações/utilizações na sociedade contemporânea.

A próxima seção revela as concepções dos professores de Química sobre o livro didático e seus aspectos sociais, a análise dessas entrevistas e algumas considerações. Para isso, foi realizada entrevista com 5 docentes que atuam em escolas públicas de ensino Estadual e Federal na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte.

6 CONCEPÇÕES DO PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE O LIVRO DIDÁTICO E ASPECTOS SOCIAIS

Os problemas que emergem neste século, quer sejam nos contextos ambientais, sociais e/ou econômicos, exigem dos cidadãos uma reflexão na tomada de decisão crítica em seu cotidiano. Nesse contexto, a formação dos estudantes deve direcioná-los para um sentido mais amplo, deve ser o momento de preparação para o mundo, para a vida e para o exercício de sua cidadania.

Essa postura crítica permeia vários aspectos formativos. O livro didático apresenta-se como um dos agentes importantes de contribuição na formação à cidadania. Somando a ele, o intermédio do professor se configura como um potencializador na busca dessa formação.

Considerando esses dois pontos como fundamentais, esta seção discorre acerca das concepções dos professores de Química sobre o livro didático.

Os docentes realizaram uma análise de livros selecionados a partir dos critérios utilizados pelo PNLD. Essas obras, após a escolha realizada pelo PNLD, são enviadas para uma nova análise, desta vez, dos professores das redes públicas de ensino básico. Esses professores são responsáveis pela escolha dos LD que serão adotados nas escolas durante o período de sua vigência, que é de 3 anos.

A autonomia dessa escolha possibilita ao professor pontos positivos em relação às contribuições que o LD trará em sua prática docente, levando em consideração seu ponto de vista, suas percepções, critérios do que seria o mais adequado no ponto de vista de cada profissional.

Nesta perspectiva, foram realizadas entrevistas com cada um dos 5 professores colaboradores desta pesquisa. Os docentes atuam na rede pública de ensino Estadual e Federal, da cidade de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte (RN). O grupo foi composto por 2 homens e 3 mulheres, todos os professores são formados na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, em Licenciatura em Química. O tempo de atuação em sala de aula varia entre 3 e 19 anos. Dois dos professores têm Mestrado, na área de Ensino de Ciências Naturais e Matemática, e três têm graduação. Todos os professores atuam no nível médio de ensino.

Conforme disposto nos termos do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE), os nomes dos professores serão mantidos em sigilo. Portanto, a identificação procederá considerando-os numericamente, seguindo a sequência de 1 a 5.

A próxima seção apresenta resultados referentes às entrevistas.

6.1 RESULTADOS

Nas análises das entrevistas, foi considerada uma percepção geral do todo. Durante o caminhar da entrevista, alguns pontos que seriam questionados em perguntas posteriores, conforme a sequência do roteiro, foram respondidas de forma antecipada. Por esse motivo, não foi considerada “pergunta por pergunta”.

Assim, partindo dos critérios que foram estabelecidos e que constam na metodologia, nas próximas seções, as categorias de análise serão expostas ora conjuntamente, ora separadamente, pois algumas respostas foram consideradas associativas entre elas.

6.1.1 Categorias 1(Articulação) e 2 (Abordagem)

6.1.1.1 Professor 1 (P1)

Considerou-se a análise das categorias 1 e 2 conjuntamente, pois os subitens associados levam as interações CTS numa perspectiva de abordagem e articulação do conteúdo.

Nas categorias 1 e 2, o P1 considera importante a abordagem e articulação do conceito de modo diretivo aos conceitos da Química. Não foi exposto, por parte do P1, articulação do conceito numa perspectiva que contemple os subitens (social, histórico e econômico) de forma direta:

“...começo a falar de situações reais, como por exemplo, a questão do enchimento dos pneus do carro, a questão da pressão, pergunto o que eles conhecem sobre isso... como é que o ar consegue sustentar o pneu dos carros?, por exemplo,... e mostro o exemplo dos aerossóis, aqueles desodorantes, o que eles entendem que está acontecendo ali dentro? Por que ele acha que aquele negócio é impulsionado só em apertar?”

É feito um breve direcionamento às questões ambientais quando cita:

“Sobre a composição do ar atmosférico... pergunto para eles: que gases formam o ar atmosférico? Normalmente eles já sabem porque a gente já vem falando, mas eu pergunto qual é a composição...”

Finaliza a questão da abordagem do conceito afirmando: *“eu procuro fazer abordagens assim, que eles percebam a importância, a existência do material, da matéria, a importância dela e por que que ela está naquela composição!”*

Na fala de P1, percebe-se uma das mais frequentes utilizações do livro didático de maneira restritiva à questão de abordagem do conceito. Percebe-se, ainda, um direcionamento quanto aos pontos questionados diretivos e relativos a temáticas do cotidiano associados aos conceitos. Fica evidenciada, também, a preocupação de P1 em abordar e articular o conceito de modo que os alunos possam entender situações e a importância dos conhecimentos da Química em suas atividades do dia a dia, utilizando-se de exemplos simples e de fácil compreensão, de modo que facilita romper a abstração do conteúdo.

Os aspectos relativos às interações CTS não foram evidenciados por P1, apesar de ter abordado o tema, levantando questionamentos sobre a composição do ar atmosférico, não caracteriza um direcionamento do enfoque CTS.

6.1.1.2 Professor 2 (P2)

Na categoria 1 (Articulação), o P2 esclarece que o livro adotado já contempla todos os aspectos dos subitens dessa categoria:

“Sim, sim... a própria obra que a gente adota, ela traz essas questões, voltando-se para o que os gases que compõem a atmosfera, os gases que foram introduzidos na atmosfera depois da ação humana, as questões ambientais envolvidas... então, a gente também permeia essas questões”.

Nesta categoria, P2 esclarece que o livro adotado já contempla aspectos diretivos às interações CTS. Portanto, esses aspectos relativos às subcategorias são trabalhados por P2 durante todo o processo de abordagem do conceito.

O livro adotado por P2 é o L1, que também foi analisado nessa dissertação e, dentre todos os que compunham o *corpus* analisado (ver seção 5), foi considerado o único que contemplava todas as categorias de análise. P2 utiliza o livro didático e o tema é trabalhado nesta perspectiva das interações CTS.

Na categoria 2 (Abordagem), o P2 considera importante a abordagem e articulação do conteúdo de modo a destacar aspectos históricos dos conceitos da Química:

“Quando a gente vai começar a abordar, eu início pelas questões históricas, depois abordo os conceitos que estão atrelados às medidas gasosas, às questões da pressão, do volume, conceito de temperatura, e depois falo sobre a teoria cinética dos gases... mostrando como é que eles entenderam o movimento das partículas, só depois de fazer todo esse aparato introdutório é que de fato eu vou falar das propriedades dos gases”.

Aspectos históricos são destacados, considerando a fala de P2. É explorado o tema sob o ponto de vista da importância dos gases no processo evolutivo da própria sociedade, pois este é considerado como ponto de introdução para o desenvolvimento do conceito. Ponto considerado positivo, pois evidencia a preocupação de P2 em articular e abordar o tema numa perspectiva das interações CTS.

6.1.1.3 Professor 3 (P3)

Na categoria 1 (Articulação), P3 considera que os textos trazidos pelo livro didático adotado são relevantes e os utiliza para iniciar a abordagem do conteúdo. P3 afirma utilizar também, a partir desses textos, outras estratégias, como por exemplo: debates com os alunos para identificação de seus conhecimentos prévios sobre o conceito e suas percepções após a leitura do texto:

“Eu aproveito a leitura que tem no livro, que ela é muito chamativa também, e utilizo ela para dar encaminhamento, tipo: tem a leitura e depois fazemos questões, debatemos um pouco, troca de ideias com os alunos sobre o que eles viram da leitura; o que eles sabem na sua análise e pré-análise sobre o conteúdo do estudo dos gases. Depois, nós vamos trabalhar questões voltadas para o seu ponto de vista. Na sequência é que eu coloco como o estudo dos gases está associado ao seu dia a dia, a forma como ela pode ajudar no seu desenvolvimento desse conteúdo”.

Na categoria 2 (Abordagem), P3 esclarece que articula o conteúdo tendo como ponto de partida o livro didático e acrescenta informações que considera necessárias: *“Eu aproveito o que tem lá no livro e trago informações que possam somar, para que eles tenham um aprendizado desse conteúdo em geral”*.

No entanto, P3 não especifica como e quais aspectos são utilizados para acrescentar informações e conhecimentos de modo a configurar as subcategorias e, conseqüentemente, as interações CTS.

6.1.1.4 Professor 4 (P4)

Na categoria 1 (Articulação), em sua fala, P4 considera que contempla questões na perspectiva social e ambiental:

“Na questão social, ambiental eu vejo os impactos dos gases... a poluição que nós temos... ambiental, então eu vejo isso... pego um exemplo do dia a dia sobre os desodorantes. Pego aquele exemplo e explico como é pressão dentro e fora dele... então, é algo que eu contextualizo... ele vê (o aluno) de uma forma mais real, não é uma coisa que você passa teoricamente. Essa questão social, ambiental, histórica... mais esses dois que eu abordo: social e ambiental”.

Apesar da resposta direcionar para uma visão positiva no sentido de contemplar questões numa perspectiva social e ambiental, não é destacado de que modo os aspectos sociais são abordados. Já os aspectos ambientais são considerados numa perspectiva dos impactos que os gases causam na atmosfera, considera-se esse um ponto positivo. Os aspectos históricos e econômicos não são contemplados.

P4, na sua abordagem do conceito, não contempla a categoria 2 (Abordagem), pois afirma que:

“Eu observo, assim... no sentido de que eu acho muito às vezes a parte teórica extensa, ou então assim... como é que eu utilizo na minha sala de aula o estudo dos gases: eu exemplifico, faço uma exemplificação... coloco alguns pontos e depois eu vou para parte de cálculos. Claro, eu explico um exemplo algo do cotidiano e depois vou para parte de cálculos”.

Na fala de P4, é evidenciada uma forte preocupação em trabalhar o conceito utilizando-se das expressões e fórmulas matemáticas e em relacioná-las a questões do cotidiano. Deste modo, as interações que trazem as subcategorias não são contempladas.

6.1.1.5 Professor 5 (P5)

Na categoria 1 (Articulação), P5 dá um direcionamento do conceito numa perspectiva de contextualização ambiental, afirmando que articula uma perspectiva social e histórica, na qualificação para o ENEM e no desenvolvimento crítico do aluno acerca do tema:

“Bom... a questão do... da articulação do conteúdo... eu sempre falo para eles, não só no conteúdo de gases, mas em qualquer conteúdo que eu vou trabalhar com eles, eu falo que... eles sempre perguntam: Por que que eu estou estudando Química? Por que que eu estou estudando isso daí? Eu digo: gente, vocês quando estão estudando o principal intuito não é fazer um vestibular, não é fazer ENEM, vocês estão estudando para vocês resolverem os problemas que acontecem no dia a dia de vocês. Para vocês terem conhecimento e serem capaz de intervir na sociedade em que vocês vivem, de maneira consciente e eficaz. Então, é para isso que a gente estuda, é pra isso que a gente adquire conhecimento...”

Na fala de P5, existe uma preocupação de formação tanto para capacitação e aquisição do conhecimento pelo educando para realização do ENEM, quanto para a sua atuação no contexto social de forma crítica.

Na categoria 2 (Abordagem), P5 considera a abordagem dentro da perspectiva dos conceitos:

“Eu sempre começo por isso aí. Estado gasoso, quais as características do estado gasoso? A questão de organização das partículas: como é no estado gasoso? Questão de volume. Questão de... começo por aí, depois puxando mais para a relação de... entro na parte das fórmulas. Como é que a pressão e o volume é diretamente proporcional ou inversamente proporcional? Como é que a temperatura pode influenciar?... Aí eu começo a “destrinchar”...”

Na fala de P5, dentro dos aspectos da categoria 2, percebe-se que o conceito é desenvolvido partindo dos conhecimentos químicos específicos e de relações matemáticas sobre ele. Deste modo, não contempla a categoria.

6.1.2 Categoria 3 (O livro didático)

6.1.2.1 Professor 1 (P1)

Na categoria 3, P1 considera que o livro que melhor trabalha o conteúdo de estudo dos gases é aquele que traz os conceitos de modo mais sistemático: *“O melhor livro que aborda isso, porque eu já olhei, já vi exercícios, é o livro de Martha Reis, é o livro que, na minha opinião, ele traz da melhor maneira, ele aprofunda mais...”*, continua afirmando que esse é um

ponto importante, pois: *“Que na verdade são essas questões que seriam mais importantes para o aluno, tendo em vista a perspectiva do ENEM”*.

Quando indagado sobre os subitens 2, 3, 4 e 5, da categoria 3 (O livro didático), P1 não precisou sua resposta, tendo em vista que esse assunto não está sendo abordado no livro didático conforme considera necessário. Deste modo, o livro de Martha Reis é sua principal fonte de consulta:

“Se você preferir eu posso dar uma olhada, eu não tenho certeza porque eu não tenho lido esse conteúdo nesse livro especificamente, eu domino o conteúdo de já ter lido noutros livros... porque a parte que me interessa no livro, ele não traz, que é a parte de misturas gasosas, densidade dos gases... sempre que eu vou trabalhar isso eu tenho que buscar noutras fontes”.

Neste ponto, P1 destaca sua intenção de complementação de recursos e fontes visando à contribuição no processo de ensino-aprendizagem.

6.1.2.2 Professor 2 (P2)

P2, em relação à categoria 3 (O livro didático), esclarece que o livro traz esse direcionamento, que contempla aspectos sociais, ambientais, históricos e econômicos em seu conteúdo: *“O livro já tem esse direcionamento, ele já nos direciona para essas questões”*.

E considera que a obra tem caráter assistemático:

“Ela é, na maioria dos livros, ela é mais assistemática... o livro, tanto o... já que esse tema é estudado no estudo da Física quanto no estudo da Química, eles se reduzem muito mais aos cálculos, a apresentar as leis, as fórmulas que definem essas leis e a fazer as resoluções dos cálculos a partir da aplicação dessas leis, e aí fogem um pouquinho a essa compreensão mais ampla... disso que eu já falei, a gente acaba ficando muito mais preso às questões da matemática no estudo dos gases e esquecendo essas outras contribuições”.

Evidencia-se na fala de P2 que a categoria 3 é contemplada no livro didático adotado em sua prática docente. P2 considera que o LD se caracteriza por ser assistemático.

6.1.2.3 Professor 3 (P3)

Na categoria 3, P3 considera que o livro adotado aborda alguns pontos sobre o estudo dos gases, mas não contempla todas as subcategorias, quando afirma:

“Só alguns pontos. Alguns pontos sim outros não. Em relação à abordagem social: não; ambiental: traz, que vai falar sobre a importância do gás oxigênio, a história sobre ele; e também não traz a questão econômica. Ou seja, ele não tem todos esses pontos aí, somente dois pontos destacados”.

Na sua fala, P3 é pontual em afirmar se as categorias estão sendo contempladas ou não, fazendo indicativos de respostas como “sim” e “não”, de modo direto, sem mais detalhes.

P3 conclui afirmando que considera o livro didático adotado como sistemático: *“Ele é mais sistemático. O conteúdo pronto, ele não mescla muito a questão de contextualizar, apesar de que ele dá enfoque, no geral, sobre estudo dos gases, mas não é bem assistemático, não”.* Na análise da fala de P3 sobre este questionamento, percebe-se que o LD é considerado como sistemático.

6.1.2.4 Professor 4 (P4)

Neste ponto da análise, considera-se que P4, na categoria 3, caracteriza o livro didático como assistemático:

“Eu considero mais assistemático, porque em cada tema, em cada unidade, ele aborda primeiro uma temática do dia a dia ou da atualidade, o que está acontecendo no mundo, no meio, e aí é que nós entramos na parte de conteúdo. Então, eu considero mais uma parte contextualizada, assistemática”.

Na fala de P4, percebe-se que não houve direcionamento que contemplasse as subcategorias 2, 3, 4 e 5.

6.1.2.5 Professor 5 (P5)

Na categoria 3, P5 destaca que o livro adotado trabalha de forma mais enfática aspectos em um viés ambiental:

“O livro que eu estou trabalhando ele sempre pontua algumas coisas assim... ele traz muito texto. Martha Reis, ela sempre no início de cada capítulo, ela sempre traz uma problemática envolvendo social, econômico, isso aí é um ponto positivíssimo do livro dela, e na parte de gases também... ela tem um texto inicial do capítulo... que eu não estou lembrada agora... ah, lembrei... é até sobre gases do efeito estufa. Ela faz até esse link com a questão dos gases do efeito estufa... meio ambiente... eu acho que é isso”.

Portanto, o social, histórico e econômico da categoria 3 não foram contemplados. Quanto ao ponto 1 desta categoria, P5 considera que o livro didático é: *“Ele é bem mesclado... mas eu acho que ele ainda puxa mais para o lado conteudista. Apesar dele trazer a parte contextualizada, eu sinto que ele puxa mais para o lado conteudista”*.

Assim, P5 conclui destacando que o livro adotado é considerado mais sistemático.

6.1.3 Categorias 4 (Formação) e 5 (Cotidiano)

6.1.3.1 Professor 1 (P1)

Na categoria 4 (Formação), P1 considera que o tema é de fundamental importância na formação do educando:

“... e é muito importante a gente estudar os gases, porque é um dos estados físicos no qual a matéria pode se encontrar, nos três estados físicos. Por exemplo, nós respiramos gás, as trocas gasosas que ocorrem no nosso organismo é um exemplo dessas substâncias...”

P1 continua afirmando essa importância: *“Eu acho que é indispensável. Não tem como o aluno passar sem estudar melhor esse conteúdo”*. Percebe-se, de forma enfática, na fala de P1 a importância do conteúdo na formação do educando.

Na categoria 5 (Cotidiano), P1 afirma:

“Existe a questão da pressão, a relação da pressão com a altitude, existe a utilização prática dessa pressão, como eu coloquei, nos pneus, aerossóis... existe a relação da temperatura em função com a pressão... então, tudo isso, eu creio que está totalmente relacionado, existe vários equipamentos que usam a expansão e a compressão dos gases em termodinâmica para produzir o trabalho, energia livre de Gibbs que é a energia que é utilizada para produzir trabalho... compreender os gases, compreender a lei dos gases, compreender o comportamento dos gases é fundamental para você continuar compreendendo a natureza”.

Neste sentido, a importância do conteúdo na formação do educando é destacada, na perspectiva de P1, tendo em vista aspectos que são vivenciados em seu dia a dia.

6.1.3.2 Professor 2 (P2)

Na categoria 4 (Formação), P2 considera que o estudo dos gases é muito importante para a formação do educando em seu sentido mais amplo:

“Bom, esses conteúdos, eles entram nessa composição de entendimento de mundo, da gente perceber que todos nós somos agentes de transformação e que a questão da emissão hoje dos gases para a atmosfera... aí você entra com a questão de entendimento do uso, de transporte, as preferências por transportes que emitam menos esses gases para a atmosfera, o uso de energias alternativas que diminuam esse impacto que os gases oferecem, aí você também vai para o entendimento sobre...”

Do mesmo modo, P2 também considera que o tema é importante para a formação do educando.

Na categoria 5, P2 está sempre relacionando os conhecimentos da Química com situações do cotidiano do aluno:

“A própria produção agrícola, que também está atrelada a um gás muito importante, que é o gás carbônico, ou seja, dentro de um conteúdo que é aparentemente técnico, você pode abordar questões que o aluno compreenda, que esses conteúdos eles estão inseridos no dia a dia deles. Os gases que compõem os aparelhos de refrigeração, que tanto se estima hoje por conta dessa “quintura” tem a ver com essas elevações de temperatura devido às mudanças climáticas, ou seja, as próprias mudanças climáticas é fruto também de uma atmosfera que vem se modificando.”

Deste modo, P2 também contempla aspectos considerados na categoria 5, faz uma contextualização de ocorrências climáticas de ordem mundial que geram consequências no contexto local e regional.

6.1.3.3 Professor 3 (P3)

Na categoria 4, P3 considera o conteúdo de estudo dos gases como importante para formação do educando: *“Sim, visto que os gases estão presente na nossa vida, no nosso dia a dia, à nossa volta, não tem como sobrevivermos sem a presença dos gases”*. E o relaciona sempre de modo a destacar a importância no cotidiano do aluno, contemplando a categoria 5.

6.1.3.4 Professor 4 (P4)

Na categoria 4, P4 considera que o tema é muito importante na formação do educando:

“Identifico demais e eles (os alunos) se identificam também, depois que vê que o assunto é muito do seu dia a dia. Então, quando você diz que é a partir do gás de cozinha... explica como é um botijão, a pressão lá dentro... faz um exemplo, faz uma questão, aí é que eles se identificam mais ainda e veem o quanto que está no seu dia a dia.”

Neste ponto, podemos também identificar, na análise de P4, que a categoria 5 também está sendo contemplada.

6.1.3.5 Professor 5 (P5)

Na categoria 4, P5 considera que o conteúdo de estudos dos gases é importante, tendo em vista a utilização dos conhecimentos frente a uma situação real do educando:

“Aquilo que eu falei anteriormente... para ajudá-los a resolver problemas do cotidiano, certo? Como por exemplo... que eu falo muito para eles, a questão... por exemplo, pessoal, a questão de densidade... se houver um incêndio, se vocês estiverem num incêndio, em algum canto... o que que recomendam que a gente fique abaixado? Saia do local... porque o gás é menos denso.... e vai ficar na parte de cima... então, realmente é nessa parte aí... deles saberem como é que eles vão agir em certas situações”.

Na fala de P5, também são evidenciados, durante todo o diálogo, aspectos que consideraram a categoria 5, direcionando o conteúdo numa perspectiva de contextualização com os acontecimentos do cotidiano dos educandos.

6.1.4 Algumas considerações

Considera-se que esta pesquisa, utilizando-se de entrevistas com professores de Química na busca de suas concepções acerca do livro didático e as interações CTS, é um material rico para a discussão e preparação para o trabalho educativo fundamentado numa perspectiva CTS.

Deste modo, ao ser analisado o conteúdo das entrevistas, percebe-se, em sua grande maioria, a preocupação dos professores na utilização dos livros didáticos de modo mais direcionado aos aspectos dos conceitos. Apenas um dos cinco professores entrevistados destaca de forma clara aspectos relacionados às interações CTS na sua prática docente e formação do educando.

É possível identificar também na fala de quatro professores que os conceitos nos livros didáticos aparecem de forma mais direcionada para uma perspectiva de conteúdo. Portanto, aspectos relacionados com as interações CTS estavam sendo pouco contemplados.

Vale destacar que, apesar de alguns livros contemplarem, pontualmente, tais aspectos, eles não foram considerados como único material de consulta e apoio à prática docente, tendo em vista que outros materiais eram comumente utilizados no sentido de complementação dos conceitos sobre o estudo dos gases.

Diante da importância desse tema para a formação dos educandos, todos os professores o consideraram relevante no processo de ensino-aprendizagem, na formação crítica e na participação do aluno em seu meio social.

Na análise dessas entrevistas, todo o esforço, empenho e dedicação dos professores fica evidente. A preocupação desses docentes em apresentar e oferecer o melhor de si para a formação dos alunos, sem dúvida, é algo que merece respeito, reconhecimento e admiração por parte de todos que compõem a sociedade.

Sabemos também que o contexto educacional de ensino público, tanto para os profissionais da educação quanto para os alunos, vem passando por momentos delicados em todos os aspectos. Mesmo assim, reconhecidamente, os professores ultrapassam dificuldades buscando efetiva e eficaz atuação na formação desses cidadãos.

Considerado como uma metodologia relativamente nova, que está sendo difundida de maneira lenta e gradual, o enfoque CTS ainda não está presente em muitos currículos de graduação e formação de professores. Esse enfoque possibilita uma maior compreensão no uso de novas metodologias didático/pedagógicas que levam à formação para o exercício da cidadania.

Como o foco da análise dessas entrevistas é o enfoque CTS, conclui-se que este ainda não é apresentado de maneira efetiva. Por isso, é possível identificar a necessidade da sua implementação na formação, seja inicial ou continuada, dos professores para que eles possam desenvolver o ensino de ciências numa perspectiva CTS. Além disso, é preciso promover também a discussão sobre a importância e o papel de livros didáticos inovadores para a formação de cidadãos capazes de se posicionar socialmente diante a temas importantes, de como os livros didáticos podem inserir meios que desenvolvam tais aspectos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino numa perspectiva das relações CTS visa à formação do cidadão crítico. Neste sentido, realizou-se, nesta dissertação, uma análise de alguns dos condicionantes para adoção do enfoque CTS no estudo dos gases.

Os condicionantes considerados nessa análise foram: a literatura específica de ensino, os livros didáticos e a percepção dos professores.

De modo geral, após as análises, pôde-se identificar alguns pontos a serem considerados. Quanto ao estudo realizado no estado do conhecimento, percebe-se que o número de artigos encontrados que abordam o conceito de estudo dos gases é considerado pouco e esses poucos que foram encontrados não remetem aos pressupostos CTS. Em sua maioria, abordam o conceito de maneira sistemática e conteudista, numa perspectiva de aplicação do conhecimento teórico em práticas de laboratórios.

Quanto aos LD, após a análise das obras aprovadas pelo PNLD 2018, apenas um dos livros que compunham o *corpus* apresentou todos os aspectos e critérios definidos na análise. Neste livro didático, alguns critérios foram abordados de modo mais enfático e outros critérios foram contemplados de modo mais superficial. Os demais livros apresentam parcialmente as interações CTS, pois contemplam apenas alguns aspectos ou critérios definidos na análise de maneira pontual, sendo que dois deles não contemplam nenhum dos critérios estabelecidos. Percebe-se, ainda nesse estudo, que aqueles que contemplam parcialmente os pressupostos CTS se direcionam para uma perspectiva do contexto ambiental.

Quanto às entrevistas realizadas, identifica-se que existe uma necessidade de formação de professores no que se refere aos pressupostos CTS. Nesse sentido, a formação de professor é considerada como mola propulsora de grande diferencial dos conhecimentos numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade, pois por mais que se tenha material que contemple esses aspectos, o conhecimento e a formação do professor nessa direção têm extrema relevância.

Por fim, foi observado que nesta revisão a atenção à abordagem de discussões sobre o de Estudo do Gases é limitada ou escassa. Isso demonstra que não há um número significativo de propostas que os docentes possam utilizar para uma abordagem do conceito com enfoque CTS.

Portanto, é fundamental a construção de discussões que contribuam para formação de cidadãos críticos, capazes de argumentar cientificamente a partir das inter-relações Ciência-

Tecnologia-Sociedade (CTS), pois essas discussões são instrumentos de transformação tanto à práxis docente quanto ao estudante em sua formação cidadã.

Nesta perspectiva, considera-se que o estudo realizado nessa dissertação contribui para a identificação de lacunas e a possibilidade de trabalhos que sejam desenvolvidos com o objetivo de minimizá-las, ampliando os meios de concretização para uma formação cidadã numa perspectiva CTS.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. S.; VILCHES, A.; BRITO, L. P. Importância Concedida à CTSA e Sustentabilidade em Revistas de Investigações Científicas Educacionais no Brasil e Espanha. **Indagatio Didactica**, Universidade Avieiro, Avieiro, v. 8, n. 1, p. 1808-1822, jul. 2016.
- ALQUISIRA, J. P.; COVARRUBIAS, F. L. M. Membranas poliméricas para a separação de gases (um exemplo de fenômenos de transporte) Parte 1. **Educación Química**, México, v. 4, n. 1, p. 56-60, 1993a.
- ALQUISIRA, J. P.; COVARRUBIAS, F. L. M. Membranas poliméricas para a separação de gases (um exemplo de fenômenos de transporte) Parte 2. **Educación Química**, México, v. 4, n. 2, p. 98-101, 1993b.
- ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-química**. Rio de Janeiro: LTC, 2015. v. 1.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. **Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2005.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 2, de 30 de janeiro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 20, 31 jan. 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC: SEMTEC, 2006. v. 2. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso: 19 maio 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018**: apresentação: guia de livros didáticos: ensino médio. Brasília, DF: MEC: Secretária de Educação Básica, 2017. 39 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Histórico do PNLD. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/biblioteca-na-escola/historico>. Acesso em: 22 maio 2019.
- BRASIL. Lei n.º 9.394 de 1996, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 27833, 23 dez. 1996.
- BAZZO, W. A. et al. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 28, p. 83-99, 2002. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/>. Acesso em: 30 out. 2016.
- CARRERA, G. E. M.; MULLER, A. R. Generación e identificación de gases inorgánicos a microescala. **Educación Química**, México, n. 7, p. 46-51, 2010.

CASTRO, A. D.; BOLAÑOS, O. R. Construcción de un sistema de bajo costo para el uso y evaluación de sensores semiconductores para gases. **Educación Química**, México, n. 26, p. 299-306, 2015.

CASO, F.; SAMPELAYO, S. Tratando de cambiar nuestra manera de enseñar: reflexiones sobre el aprendizaje en el aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 257-267, 1996.

CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 18, p. 41-68, 1998.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Componente curricular: Química**. São Paulo: Moderna, 2016. v. 1.

COSTA, H. R. A modelagem matemática através de conceitos científicos. **Ciência e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 114-133, 2009.

DIMOV, L. F.; PETCHLIYE, M. M.; JESUS, R. C. Caracterização ontológica do conceito de fotossíntese e obstáculos epistemológicos e ontológicos relacionados com o ensino deste conceito. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 7-28, 2014.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Liber Livro, 2012. v. 6.

FONSECA, M. R. M. **Química: ensino médio**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 2.

GALIETA, T.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia**, Toluca, v. 13, n. 42, p. 95-116, sept./dic. 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUASQUE, L. H. El descubrimiento de los gases nobles. **Educación Química**, México, v. 17, n. 1, p. 97-99, 2006.

LAIA, L. R.; MILLNITZ, R. A.; COMIOTTO, T. Um olhar sobre CTS: análise dos livros didáticos de química do PNLD 2015. *In*: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, 2., 2016, Joinville. **Anais [...]**. Joinville: UDESC, 2016. p. 393-405.

LIARTE, D. A. G. Un sifón a partir de una reacción Química. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 7, n. 1, p. 142-150, 2010.

LIGOURI, L.; NOSTE, M. I. Estado y evolución del status de la Didáctica de las Ciencias Naturales. *In*: LIGOURI, L.; NOSTE, M. I. **Didáctica de las Ciencias Naturales: Enseñar Ciencias Naturales**. 1. ed. Rosaric: Homo Sapiens Ediciones, 2005, p. 17-51.

LISBOA, J. C. F. (org.). **Química: ensino médio**. 3. ed. São Paulo: SM, 2016. (Coleção ser protagonista, v. 1).

MACIEL, M. L.; AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S. Abordagem das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2009.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química**: um curso universitário. São Paulo: Blucher, 1995.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MENDES, J. N. M.; CRUZ, F. F. de S.; ANGOTTI, J. A. P. Matéria e suas manifestações: análise crítica da transposição didática sobre temas de estrutura da matéria em livros didáticos de Física e Química do Ensino Médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

MALAVIER, M.; PUJOL, R.; D'ALESSANDRO, A. M. Los estilos de prosa y el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en textos universitarios de química general. **Revista Educación Química**, Facultad de Química, México, v. 14, n. 4, p. 441-453, oct. 2003.

MINAYO, M. C. S. (org). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 13-55.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Revista Em Aberto**, Brasília, DF, ano 7, n. 40, p. 24-41, 1988.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 1.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, México, n. 2, p. 95-116, set./dez. 2006.

NUNES, A. O. **Possibilidades de enfoque CTS para o ensino superior de química**: proposta de uma abordagem para ácidos e bases. 2014. 228 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. **Ensinando química**: propostas a partir do enfoque CTSA. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Vivá**: Química. Curitiba: Positivo, 2016. v. 1.

OCCELI, M.; VALEIRAS, N. Los libros de textos de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, Pontevedra, v. 31, n. 2, p. 133-152, 2013.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. *RBECT*, Paraná, v. 8, n. 4, p. 75-105, set-dez, 2015.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte”. **Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 6. n. 2. p. 37-50, set./dez. 2006.

SÁ, M. B. Z.; SANTIN FILHO, O. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos de química. **Acta Scientiarum**. Human and Social Sciences, Maringá, v. 31, n. 2, p. 159-166, 2009.

SANTOS, W. L.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2. n. 2. p. 110-132, jul./dez. 2002.

SANTOS, W. L. **Aspectos sociocientíficos em aulas de Química**. 2002. 338. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, W. L. P. (org.). **Química cidadã**: ensino médio. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 1.

SANTOS, W. L.; AULER, D. **CTS e Educação Científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: UNB, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2015.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, Espanha, n.18, p. [1-17], set./dez. 1998. Disponível em: <http://rieoei.org/oeivirt/rie18a01.htm>. Acesso em: 7 nov. 2017.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no Ensino Fundamental: uma proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VIÑAS, J. C. Química dels gasos a petita escala. **Educació Química**, Espanha, n. 9, p. 38-43, 2011.

WISNIAK, J. Thomas Graham. I. Contributions to thermodynamics, chemistry, and the occlusion of gases. **Educación Química**, México, v. 24, n. 3, p. 316-325, 2013a.

WISNIAK, J. Thomas Graham. II. Contributions to diffusion of gases and liquids, colloids, dialysis, and osmosis. **Educación Química**, México, v. 24, n. 2, p. 506-515, 2013b.

ZALESKI, T. A educação nos primórdios das civilizações. *In*: ZALESKI, T. **Fundamentos Históricos do Ensino de Ciências**. 1. ed. Curitiba: Inter Saberes, 2013.

APÊNDICE A - Roteiro de entrevistas

Bloco 1: Contato inicial.

1. Agradecer ao entrevistado por ter aceitado o convite e pela disponibilidade em contribuir com a nossa pesquisa, que a participação dele(a) é considerada de muita importância;
2. Fazer a identificação do entrevistador: Sou [nome da pesquisadora], e estou fazendo esta pesquisa para construção da dissertação, que é parte do meu curso de mestrado, na UERN/UFERSA/IFRN;
3. Apresentar o objetivo dessa pesquisa: O objetivo da pesquisa é desenvolver posteriormente um material complementar ao livro didático que aborde o tema desenvolvido na dissertação – Estudo dos gases: uma proposta de material didático com enfoque CTS;
4. Pedir permissão para gravar a entrevista, pois como considero muito importante tudo o que for dito no diálogo, gostaria (**necessário**) de gravá-la;
5. Esclarecer ao entrevistado que sua identidade será integralmente sigilosa, pois quando as análises forem publicadas serão usados nomes fictícios, somente eu e meu orientador teremos acesso ao diálogo, bem como às transcrições da entrevista, e a qualquer momento o entrevistado poderá ter acesso aos dados e análises;

Bloco 2: Aquecimento.

1. Solicitar ao entrevistado que fale um pouco sobre si, um pequeno histórico de seu percurso profissional e o que mais ele julgar necessário.
2. A quanto tempo já é formado?
3. Como escolheu essa profissão?
4. Quanto tempo trabalha atuando em sala de aula?
5. Qual é sua percepção (concepção) sobre educação, seu ponto de vista sobre a função da escola?

Bloco 3: A questão desencadeadora: o livro didático.

1. Com qual frequência você utiliza o livro didático durante suas aulas?
2. O que levou você a adotar o livro didático?

3. Quais são as concepções (ou critérios) que te orientam nas suas escolhas dos livros didáticos?
4. O livro didático contribui para sua prática docente?
5. Se contribui, quais aspectos você gostaria de destacar?
6. Se não contribui, quais pontos negativos gostaria de destacar?
7. Quais aspectos positivos e/ou negativos você destacaria sobre os livros didáticos?
8. Qual sua percepção sobre o livro didático no processo de ensino-aprendizagem?
9. O livro didático contribui para formação do educando?
10. Você tem outras fontes de material, seja o livro didático ou outro tipo de material, para suporte à sua prática docente?
11. O que você sugere como melhoria para os livros didáticos, numa perspectiva de conteúdo, abordagem, lista de exercícios ou outra coisa que lhe parece deficitária nos livros didáticos?

Bloco 4: Questões focalizadoras: o estudo dos gases no livro didático.

1. Como você percebe a abordagem do tema (conteúdo) estudo dos gases nos livros didáticos?
2. Como você inicia a abordagem desse tema em suas aulas?
3. Como você articula esse conteúdo do ponto de vista da importância social, ambiental, histórica, econômica...?
4. Os livros didáticos trazem essa perspectiva da importância social, ambiental, histórica, econômica..., desse conteúdo?
5. Você considera que tal abordagem desse conteúdo é mais sistemática ou assistemática nos livros didáticos?
6. Como você identifica a importância desse conteúdo na formação do educando?

Bloco 5: Questões de aprofundamento: abordagem do tema (estudo dos gases) numa perspectiva CTS.

1. Na sua opinião, o ensino de ciências, especificamente o ensino de Química, deve nortear quais pressuposto para formação do aluno?
2. Na sua opinião, o tema estudo dos gases contribui para uma percepção crítica do aluno no que se refere à ciência e tecnologia?
3. Se contribui, quais pontos gostaria de destacar sobre?
4. Se não contribui, como você sugere abordagem desse tema nessa perspectiva?

5. Na sua opinião, existe(m) contribuição(ões) desse tema numa perspectiva de inter-relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais?
6. Na sua opinião, é possível desenvolver esse tema numa perspectiva de formação para a cidadania?

Bloco 6: Considerações finais.

1. Gostaria que você ficasse à vontade para fazer suas considerações finais ou mais algum esclarecimento que desejasse fazer.
2. Agradecer novamente a disponibilidade do entrevistado em contribuir com o nosso trabalho.
3. Informá-lo que a entrevista será transcrita e se existir, eventualmente, dúvidas acerca da análise e/ou interpretação do discurso, será solicitado novamente.
4. Informá-lo que ele poderá ter acesso, a qualquer tempo, tanto às transcrições como às análises que serão posteriormente realizadas, para correções, mudanças ou para acrescentar algo se julgar necessário.