

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICAS - PPGECM

Jorge Raimundo da Trindade Souza

CTS NO CONTEXTO DO NOVO ENEM E DO ENSINO DE QUÍMICA

Belém (PA)
2016

Jorge Raimundo da Trindade Souza

CTS NO CONTEXTO DO NOVO ENEM E DO ENSINO DE QUÍMICA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará. Orientador: Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito.

Belém (PA)
2016

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) –
Biblioteca do IEMCI, UFPA**

Souza, Jorge Raimundo da Trindade.

CTS no contexto do novo Enem e do ensino de Química / Jorge Raimundo da Trindade Souza, orientador Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito – 2016.

210 f

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2016.

1. Química – estudo e ensino. 2. Ciência – aspectos sociais. 3. Tecnologia – aspectos sociais. 4. Professores de química – formação. I. Título.

CDD - 22. ed. 540

Jorge Raimundo da Trindade Souza

CTS NO CONTEXTO DO NOVO ENEM E DO ENSINO DE QUÍMICA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará. Orientador: Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito.

Data da Apresentação: 07 de outubro de 2016.

Conceito: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas /
IEMCI / UFPA – Orientador

Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas /
IEMCI / UFPA – Membro interno

Prof. Dr. José Jerônimo de Alencar Alves
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas /
IEMCI / UFPA – Membro interno

Prof. Dr. José Pio Lúdice de Souza
Programa de Pós-Graduação em Química / ICEN / UFPA – Membro externo

Prof. Dr. Antonio Claudio Lima Moreira Bastos
Faculdade de Química / ICEN / UFPA – Membro externo

Aos meus pais, Raimundo Souza e Mariazinha (*in memoriam*), pela preocupação constante com a nossa educação.

AGRADECIMENTOS

A Deus

Aos meus pais, em memória, Raimundo Paulo de Souza e Maria da Conceição da Trindade Souza, por tudo que fizeram por mim. Eu imagino a alegria que estão sentindo. Obrigado por tudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito, por acreditar em mim, pelos conhecimentos humildemente ensinados e pelo aprendizado doutoral no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições pertinentes que enriqueceram este trabalho: professor Antonio Claudio, professor José Pio, professor Jerônimo Alves e professora Ana Cristina.

À Natalia, pelo amor, pelo carinho, pelo companheirismo, pelo apoio incondicional, mas principalmente pelo incentivo, razão maior desta conquista.

Aos meus irmãos Carlos, Carmem, Paulo, Nonato e Simone, e meus sobrinhos Netto, Malú, Luis Henrique e Vyctória. É para família que a gente sempre se volta em momentos difíceis.

A minha irmã professora Simone Trindade Carneiro, pela paciência nas várias correções gramaticais.

Ao professor Alexandre Valente, um verdadeiro amigo, com quem eu me aconselhei nesta pesquisa, sempre que eu me encontrava com dúvidas e em dificuldades.

Ao professor Jorge Machado, um dos “revolucionários” da Licenciatura em Química da UFPA, pelas longas e frutificantes resenhas sobre o ensino de Química e com quem também me aconselhei nos momentos de incerteza desta tese para superar contratempos e obstáculos.

Ao professor Messildo Nunes ex-diretor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, pela retidão e pela forma digna e correta na condução desse cargo, bem como pelo tratamento sempre respeitoso que recebi por parte dele neste programa.

Aos amigos da Faculdade de Química, em especial, aos professores Lourivaldo Santos e Fábio Molfetta, pela confiança, respeito e ajuda nos momentos mais críticos.

Aos professores Flávio Vargas e Manoel Januário, o primeiro, um ex-aluno e agora um amigo de todas as horas; o segundo uma grande amizade construída no convívio da UFPA.

Ao professor Flávio Pinto, pelas valiosas discussões sobre as questões de Química aplicadas no Enem. Na ação de orientar o seu TCC, terminei por encontrar muitas soluções para a minha pesquisa, até então ocultas.

Aos professores entrevistados que prontamente se dispuseram a responder minhas questões e a dialogar sobre os problemas relativos ao ensino de Química.

Ao secretário da Faculdade de Ciências Naturais, professor Mário Franco, sempre disposto a colaborar todas as vezes quando foi solicitado.

A todos os componentes do GECTSA, pelos bons momentos nos últimos anos, principalmente aos amigos Alexandre, Ana Cristina, Ricardo, Deusivaldo e Rui Guilherme.

Aos meus alunos e ex-alunos, com quem aprendi a sentir o prazer de ensinar.

A todos os parentes, colegas e amigos que ofereceram força e palavras de incentivos.

Muito obrigado a todos.

-

“[...] a educação para a cidadania é também uma educação da consciência humana para os seus valores éticos e morais. Valores que precisam ser fundamentados no princípio do respeito à vida e no princípio da igualdade, para que sejam garantidos os direitos fundamentais do Homem, ao mesmo tempo em que haja o dever do seu compromisso com a nova sociedade”.

Wildson Santos e Roseli Schnetzler

RESUMO

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), instituído em 1998, tornou-se o principal processo de avaliação da Educação Básica no Brasil, projetando-se como um importante elemento de disseminação de novos valores educacionais. A concepção do exame incorpora uma proposta de avaliação do desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania, um dos objetivos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no ensino de Ciências, envolvendo conhecimentos de disciplinas do Nível Médio, em que a Química está inserida. Neste contexto, esta pesquisa qualitativa, que adota também padrões quantitativos, teve como principal objetivo analisar, com base nos pressupostos da perspectiva curricular CTS, as relações entre as competências e habilidades (C&H) de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem (CNT) com as questões associadas ao ensino de Química deste exame, no período compreendido entre 2009 a 2015 (novo Enem), e os fatores que influenciam estas relações. A leitura exploratória de documentos e textos científicos sobre o Enem e sobre CTS, assim como minha vivência docente, permitiu-me inferir, *a priori*, que existe algum nível de aproximação do enfoque CTS nos documentos e questões do Enem. Essa percepção me instigou a pesquisar como e em que medida isso ocorre. Assim, investiguei como ocorrem as aproximações entre os pressupostos teóricos do enfoque CTS com as competências e habilidades de CNT e com as questões associadas ao ensino de Química aplicada no novo Enem. Para isso, foi necessário verificar se as competências e as habilidades possuem associações com os pressupostos teóricos da perspectiva CTS, além de analisar o conteúdo e a estrutura das questões associadas ao ensino de Química, examinando se e como ocorreu a aproximação destas questões com os princípios da perspectiva educacional CTS, e que condições determinam a mediação desta relação de proximidade. Para a obtenção das informações, foram utilizadas três técnicas de coleta de dados: observação, verificação de documentos oficiais da educação brasileira e análise de questões aplicadas no novo Enem. Como instrumento de análise das questões, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD). Excertos de entrevistas com professores da UFPA elaboradores de questões do Enem foram aproveitados como apoio nas discussões dos resultados obtidos. Os

resultados mostraram que, enquanto as C&H de Ciências da Natureza e suas Tecnologias possuem forte associação com os pressupostos da perspectiva educacional CTS, as questões do novo Enem apresentam aproximação em diferentes níveis dos princípios teóricos do enfoque CTS. Os resultados também apontaram que entre as 156 questões analisadas, que são pertinentes ao ensino de Química, 46,1% não apresentaram aproximação com os princípios do enfoque CTS; 32,1% mostraram aparente relação com estes pressupostos e 21,8% estão associadas aos princípios do enfoque CTS. O modelo de educação no Brasil, a formação tradicional dos professores elaboradores e a pouca compreensão desta concepção curricular são fatores que convergem para esta frágil concordância. Apesar disso, esta pesquisa busca contribuir para um ensino de Química mais significativo para o aluno e fornecer uma análise detalhada sobre os itens de Química do Enem, objetivando subsidiar a construção de questões com conhecimentos que se aproximem da perspectiva educacional CTS, que se constitui em uma forte tendência atual no ensino de Química e Ciências Naturais.

Palavras-Chave: Enfoque CTS. Ensino de Química. Enem.

ABSTRACT

The National Secondary Education Examination (ENEM), established in 1998, has become, over the years, the main process of evaluation of Basic Education in Brazil, projecting itself as an important element of dissemination of new educational values. The concept of evaluation incorporates a proposed evaluation of the development of skills and core competencies to the full exercise of citizenship, one of the STS approach objectives, through interdisciplinary items involving secondary education subject knowledge, in which chemistry is inserted. In this context, this qualitative research aimed to analyze, based on the assumptions of the STS curriculum perspective, the relations between the skills and abilities (C & H) of Natural Sciences and their ENEM Technologies (CNT) with questions associated with Chemistry education of this examination in the period 2009-2015 (new ENEM) and the factors that influence these relationships. The exploratory reading of documents and scientific papers on the Enem and on STS, as well as my teaching experience, allow me to infer, a priori, the existence of some level of approximation between the STS focus on documents and Enem questions. This perception instigates me to research how and to what extent this occurs. Therefore, we investigate how occur the approximations between the theoretical assumptions of the STS approach with the CNT competencies and skills and the questions associated with the teaching of chemistry applied in the new Enem. For this, we must ensure that the competencies and abilities have associations with the theoretical assumptions of the STS perspective, in addition to analyzing the content and structure of the questions associated with the chemistry teaching, examining whether and how it occurred to approach these issues with the STS educational perspective principles and what conditions determine the mediation of this proximity relationship. To obtain the information it was used three data collection techniques: observation, verification of official documents of the Brazilian education and analysis of questions applied to the new ENEM. As question analysis tool it was used the Textual Analysis Discourse (TAD). Excerpts from interviews with teachers question makers from UFPA were utilized to support the discussions of the results obtained. The results showed that whereas C & H Natural Sciences and their Technologies have a strong association with the assumptions of the STS educational perspective, the new

ENEM questions present approximation at different levels from the theoretical framework of the STS approach. The results also showed that among the 156 analyzed questions, and which are associated with the teaching of Chemistry, those with the highest occurrence are those that do not provide this approximation. We conclude that the affinities between the natural sciences competencies and skills and their Enem Technologies with the issues associated with the teaching of chemistry for this examination, in relation to the STS approach, occur insufficiently for various reasons, and factors such as for example, the educational model in Brazil, the traditional formation of teachers question makers and the little understanding of this curriculum conception converge for this lack of concordance. Although it is evident the need for greater linkage of the questions with the STS approach, this research seeks to provide contributions to a more meaningful chemistry education and provides a detailed analysis of the Enem chemistry items, aiming to subsidize the construction of questions with knowledge that get closer to the STS educational perspective, which constitutes a strong current trend in the teaching of Chemistry and Natural Sciences

Keywords: STS approach. Chemistry teaching. Enem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de análise das relações dos princípios do enfoque CTS com objetos envolvidos no contexto do Enem.....	31
Figura 2	Representação da proposta de Brito e Gomes (2007) que mostra a trajetória do ensino tradicional até a abordagem CTS.....	42
Figura 3	Ilustração da educação bancária em que o professor espera que os alunos memorizem os conhecimentos e os reproduzam fielmente.....	44
Figura 4	Proposta de transversalidade no ensino de Física por meio de temas.....	50
Figura 5	Diagrama esquemático que ilustra uma sequência possível para a organização de material de CTS.....	53
Figura 6	Proposta Pedagógica dos PCN +.....	73
Figura 7	Instrumento para análise de unidades didáticas de Química..	80
Figura 8	Estrutura do novo Enem.....	88
Figura 9	Competências (C) e habilidades (H) que apresentam forte associação com os pressupostos do enfoque CTS.....	110
Figura 10	Níveis de associação das habilidades ao ensino de Química.	119
Figura 11	Interseção de habilidades comuns ao ensino de Química e aos princípios do enfoque CTS.....	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Comparação entre a solução de problema escolar e a tomada de decisão diante de problemas da vida real.....	45
Quadro 2	Os nove aspectos da abordagem CTS.....	54
Quadro 3	Proposta de Aikenhead (1994) para as categorias de ensino de CTS	55
Quadro 4	Fundamentos do enfoque CTS utilizados na análise da associação entre C&H de CNT.....	108
Quadro 5	Competências (C) e habilidades (H) associadas ou não ao ensino de Química.....	117
Quadro 6	Questões associadas ao ensino de Química distribuídas por categorias de análise em relação ao enfoque CTS.....	138
Quadro 7	Subcategorias e descritores das questões associadas ao ensino de Química.....	142
Quadro 8	Síntese dos conteúdos presentes nas questões analisadas das subcategorias.....	143
Quadro 9	Competências (C) e habilidades (H) de CNT que possuem, simultaneamente, associação com o ensino de Química (1) e com o enfoque CTS (2)	150

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Número de questões associadas ao ensino de Química, nas provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aplicadas no novo Enem.....	123
Gráfico 2	Número de questões por categoria de análise/ano.....	139
Gráfico 3	Percentagem da distribuição das questões de acordo com as categorias CTS estabelecidas.....	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número das questões (itens) associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem.....	122
Tabela 2	Síntese dos conteúdos presentes nas questões que não permitiram associações com o enfoque CTS.....	147
Tabela 3	Incidência de competências e habilidades no Enem nos exames de 2013, 2014 e 2015 1ª aplicação.....	153

LISTA DE SIGLAS

ASC	Aspectos Sociocientíficos
ATD	Análise Textual Discursiva
BNI	Banco Nacional de Itens
C&H	Competências e Habilidades
CEPS	Centro de Processos Seletivos da UFPA
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CT	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências
FAQUI	Faculdade de Química da Universidade Federal do Pará
GECTSA	Grupo de Estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente da UFPA
ICEN	Instituto de Ciências Exatas e Naturais
IEMCI	Instituto de Educação Matemática e Científica
IES	Instituições de Ensino Superior
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB/LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996)
MEC	Ministério da Educação
MPGE	Museu Paraense Emílio Goeldi
PARFOR	Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Programme for International Student Assessment)
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas
PROEG	Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da UFPA
RP-Enem	Relatório Pedagógico do Enem
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRI	Teoria da Resposta ao Item
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	Reflexões pessoais e os caminhos percorridos na minha formação	20
1.2	Aspectos e objetivos da pesquisa	24
1.2.1	Hipótese, objetivos e questão de estudo	30
1.2.1.1	Hipótese.....	30
1.2.1.2	Objetivos	30
1.2.1.2.1	Objetivo geral	32
1.2.1.2.2	Objetivos específicos	32
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	35
2.1	O movimento CTS	35
2.2	O enfoque CTS na educação	40
2.2.1	Objetivos do enfoque CTS	44
2.2.2	Classificações e propostas do enfoque CTS	47
2.2.3	Características e aspectos do enfoque CTS	51
2.2.4	O enfoque CTS e a formação docente	56
2.2.5	Alfabetização Científica, Letramento Científico e CTS	66
2.3	O enfoque CTS no contexto do ensino de Química	68
2.3.1	Aspectos legais do ensino de Química relacionados ao enfoque CTS	70
2.3.2	Reflexões sobre os objetivos do ensino de Química relacionados ao enfoque CTS	74
2.3.3	Propostas CTS para o ensino de Química	77
2.4	O enfoque CTS no contexto do Enem	82
2.4.1	Um breve histórico e aspectos legais do Enem	82
2.4.2	Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem	87
2.4.3	Associações CTS no Enem	89
2.4.4	Processo de elaboração das questões	92
3	METODOLOGIA	96
3.1	Participantes das entrevistas	99
3.1.1	Instrumento de coleta de dados e técnicas da pesquisa	100

3.2	Instrumento de análise	103
3.3	Pesquisa documental	105
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
4.1	Identificação das competências e habilidades da área de Ciências da Natureza do Enem, associadas aos pressupostos do enfoque CTS	107
4.2	Análise de aproximações entre a concepção do enfoque CTS e as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no Enem de 2009 a 2015....	114
4.2.1	Reconhecimento de objetos de conhecimentos associados ao ensino de Química	115
4.2.2	Identificação das competências e habilidades do Enem associadas ao ensino de Química	116
4.2.3	Reconhecimento das questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem, no período de 2009 a 2015.	120
4.2.4	Categorização das questões do Enem que possuem associações com o ensino de Química	124
4.2.5	Análise das questões do Enem que possuem associações com o ensino de Química	127
4.2.6	Síntese da análise das questões associadas ao ensino de Química em relação ao enfoque CTS	138
4.2.7	Definição e descrição de subcategorias das questões associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS.....	141
4.2.8	Identificação dos conteúdos de Química em questões aplicadas no novo Enem.....	143
4.3	Análise de relações entre as concepções emanadas das competências e habilidades do Enem, em relação ao enfoque CTS, com as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química aplicadas no Enem de 2009 a 2015	150
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
	REFERÊNCIAS	170

APÊNDICE A - Roteiro da entrevista semiestruturada individual gravada	184
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	188
APÊNDICE C - Associações entre as competências e habilidades com alguns elementos característicos do enfoque CTS.....	189
APÊNDICE D - Objetos de conhecimentos envolvidos nas questões associadas ao ensino de Química	190
APÊNDICE E - Competências e habilidades implícitas nos itens aplicados no novo Enem.....	196
ANEXO A - Etapas para elaboração de itens.....	199
ANEXO B - Objetos de conhecimentos associados à matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para a disciplina Química	201
ANEXO C - Competências e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	203
ANEXO D - Questões do novo Enem analisadas e apresentadas no texto desta tese	206

1 INTRODUÇÃO

Este estudo possui o delineamento de uma pesquisa qualitativa, que adota também padrões quantitativos, e tem como fio condutor os pressupostos da perspectiva educacional Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no contexto do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e do ensino de Química.

Que motivos me levaram a realizar uma investigação a respeito da perspectiva educacional CTS e das complexidades presentes no Enem? Que situações de ensino acontecem neste contexto que motivam uma investigação acadêmica?

Respondendo a esses questionamentos, neste capítulo, apresento uma introdução sobre a definição, os fins, a origem e as principais características do movimento CTS, do Enem e do ensino de Química, assim como o objeto da investigação e a justificativa do tema escolhido para esta pesquisa.

1.1 Reflexões pessoais e os caminhos percorridos na minha formação

Minha trajetória acadêmica começou com a escolha do curso de Química Industrial na graduação. Esta escolha se deu pelo fato de, naquele momento, eu estar trabalhando em indústrias que utilizavam processos químicos. Depois de formado, atuei como químico em empresas como Coca-Cola S/A, em Boa Vista (RR), onde fui chefe do controle químico de qualidade, e nas indústrias de óleos essenciais, Dieberg e Aromachemie, em São Paulo (SP).

Em busca de participar de atividades acadêmicas e de pesquisa, consegui uma bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), participando de projetos do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPGE). Como parte das atividades desses projetos foi desenvolvida nos laboratórios do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), entrei em contato com o curso de Pós-Graduação em Geoquímica e ingressei no mestrado de Geoquímica Ambiental.

Paralelamente ao mestrado, eu desenvolvia atividades como aluno do curso de Licenciatura em Química, vindo a cursar quase todo o desenho curricular, interrompendo o curso quando faltavam apenas seis disciplinas para a conclusão, uma vez que no ano de 1992 fui aprovado para o cargo de professor

substituto no antigo Departamento de Química, o que tornou impossível desenvolver todas as atividades referidas ao mesmo tempo.

Como professor substituto, trabalhei na UFPA por quatro anos. Em 1996, passei a trabalhar como professor efetivo, aprovado em concurso público. Desde então, ministrei várias disciplinas e desenvolvi diversas atividades nas faculdades de Química e de Ciências Naturais.

A Faculdade de Química é constituída por três cursos de graduação presencial: Química Industrial, Bacharelado em Química e Licenciatura em Química, com a oferta anual no processo seletivo de 30, 20 e 46 vagas, respectivamente.

Devido ao curso de Licenciatura em Química ter maior número de vagas, maior perspectiva de emprego para os futuros professores de Química e o fato de que é o único curso da faculdade com projeto pedagógico aprovado até o momento - e que também é ofertado na modalidade à distância e no Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR) - torna este o curso com maior visibilidade dentro da faculdade. Porém, este contexto não é refletido na composição do corpo docente, nem no desenvolvimento das atividades de pesquisa e de ensino da faculdade, que é constituída majoritariamente por professores com graduação em Química Industrial e Engenharia Química, havendo poucos docentes licenciados¹.

A partir do ano de 2002, comecei a fazer parte do colegiado do Curso de Licenciatura em Química, na esperança de contribuir para a construção de um curso de licenciatura de acordo com as novas diretrizes estabelecidas para a formação de professores mais participativos, com atividades que apresentassem algum sentido para os alunos, resultando em uma aprendizagem significativa, de acordo com os paradigmas estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN)² e nas resoluções posteriores do Conselho

¹ Nos meses de novembro e dezembro de 2015 realizei uma entrevista com 8 professores da Faculdade de Química da UFPA que eram elaboradores de itens para o Enem. Na ocasião, a Faculdade de Química era composta por 37 professores, com a seguinte composição de graduação: 14 químicos industriais, 8 engenheiros químicos, 7 bacharéis em química, 4 licenciados em química, 3 farmacêuticos e 1 licenciado em Ciências. 3 bacharéis em química realizaram suas graduações associadas a licenciatura. Embora nesse conjunto de 37 docentes haja 5 licenciados e 3 bacharéis com formação simultânea em licenciatura, poucos atuam nas disciplinas específicas de formação de professores. Realizei este levantamento consultando a Coordenação de Planejamento e Avaliação do Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN) da UFPA e o currículo lattes dos docentes.

² Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

Nacional de Educação, que durante um certo tempo, foram ignorados pela maioria dos professores do antigo departamento, inclusive por mim.

No ano de 2003, fui eleito Coordenador do Curso de Licenciatura em Química, sendo reeleito em 2005, ficando no cargo até agosto de 2007, quando o colegiado e o departamento foram extintos em virtude da criação da Faculdade de Química. Assumi, por alguns meses, em 2008, a direção da Faculdade de Licenciatura em Ciências Naturais, pedindo afastamento por problemas de saúde.

Durante a construção do Projeto Pedagógico de Licenciatura em Química, junto com os docentes que representaram as quatro subáreas da Química e os representantes discentes, já com uma visão mais ampliada do que seria um curso de licenciatura, percebi o quanto o nosso curso se afastava dos principais objetivos da formação de professores de Química. Assim, realizei uma revisão dos valores e objetivos educacionais, dedicando-me a uma leitura mais intensa na área de educação em Ciências, em particular em Química, tornando-me membro ativo na mudança do modelo instalado anteriormente no curso.

Hoje, assim como Libâneo (1994, p. 120), entendo que os objetivos da educação expressam propósitos “explícitos quanto ao desenvolvimento das qualidades humanas que todos os indivíduos precisam adquirir para se capacitarem para as lutas sociais de transformação da sociedade”.

Como consequência desse redirecionamento de atuação profissional, deixei de desenvolver atividades na área de Geoquímica, passando a atuar na área de educação em Química. Desde quando eu migrei, em 2004, para a área de educação, publiquei trabalhos na área de ensino de Química, orientei Trabalhos de Conclusão de Cursos (TCC) nesta mesma área, culminando com a publicação de três livros direcionados ao ensino de Química.

Em julho de 2011, a convite da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da UFPA (PROEG), participei, na Universidade de Brasília (UnB), de uma oficina de capacitação de elaboradores e revisores de itens para o Banco Nacional de Itens (BNI) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), passando então, depois desta capacitação, a atuar por pouco tempo, na UFPA, como coordenador de elaboração de itens, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT).

Em agosto de 2011, o Centro de Processos Seletivos da UFPA (CEPS) ofereceu para os professores efetivos (em exercício ou aposentados) da Faculdade de Química (FAQUI) a oportunidade de realizar esta mesma capacitação no campus da UFPA. Na ocasião, atuei como instrutor de área. O objetivo da oficina foi o de capacitar professores para a elaboração/revisão de itens a serem incorporados ao BNI, para subsidiar as avaliações do Enem.

Na ocasião, a FAQUI contava com 37 professores em seu quadro docente, no entanto apenas quatro professores participaram da oficina de capacitação. Os motivos alegados para a não participação da oficina foram, principalmente, compromissos assumidos no período da realização da oficina, problemas de saúde e o impedimento por conflitos de interesses causados por parentes diretos que iriam realizar o exame. Entre os docentes que fizeram parte da oficina, predominou o interesse por participar de uma atividade que pode levar o professor a entender um processo que tem o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da Educação Básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade desse nível de escolaridade, avaliando todas as disciplinas que compõem o Ensino Médio, inclusive a Química.

Em um outro momento, influenciados pelos docentes já qualificados pela 1ª oficina, mais quatro professores realizaram a 2ª oficina de capacitação e iniciaram, junto com professores habilitados anteriormente, o processo de elaboração de itens para o BNI do Enem. Todos os oito professores capacitados, que se tornaram elaboradores por opção, participaram espontaneamente de entrevistas semiestruturadas e individuais com o objetivo de produzir dados para um artigo científico e para esta pesquisa.

E foi justamente no momento da aplicação das entrevistas que a manifestação verbal dos professores confirmou a minha observação, no sentido de verificar que todos os docentes que se qualificaram como elaboradores foram induzidos pela motivação de entender o mecanismo e as características deste processo de avaliação educacional que envolve o ensino de Química.

A participação nas atividades relatadas me levou a repensar as minhas atitudes como professor, além de redirecionar os meus interesses acadêmicos para a área de educação. Coerente com esta tendência, busquei uma “aproximação” com o Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM), do Instituto de Educação Matemática e Científica

(IEMCI), inicialmente, em 2012, participando do programa como aluno especial e, a partir de 2014, como aluno efetivo de doutorado, passando a integrar o Grupo de Estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (GECTSA) do IEMCI.

Após o meu ingresso no PPGECM do IEMCI, publiquei dois livros sobre prática pedagógica no ensino de Química e orientações para elaboração de trabalhos acadêmicos, orientei 38 TCC's, publiquei 4 artigos completos em periódicos, 2 resumos em anais de congressos, 18 resumos expandidos, 27 trabalhos completos em eventos científicos nacionais e 1 trabalho publicado no *IX Congreso Internacional de Investigación sobre Didáctica de las Ciencias, em Girona*, na Espanha. Toda esta produção científica, do período de 2012 a 2015, está ligada à pesquisa e ao ensino de Química e/ou Ciências.

Desde a minha admissão no GECTSA, já orientei oito TCC's que discutem a associação do enfoque CTS com o ensino de Química ou de Ciências Naturais, além de participar, com os meus alunos e com membros do GECTSA, na construção de sete artigos com esta mesma abordagem.

Atualmente, nas minhas aulas para alunos de Licenciatura em Química e Licenciatura em Ciências Naturais, utilizo, entre outros, para considerações sobre os problemas inerentes à formação de professor, os artigos da minha produção acadêmica e científica, uma vez que são produtos das reflexões de minha prática docente.

A motivação para desenvolver este trabalho é justificada pelo interesse em estudar os aspectos relativos à formação de professores de Química, em especial as novas tendências para o ensino de Ciências e os obstáculos que ameaçam a construção do conhecimento no ensino de Química. Em particular, chama a minha atenção o enfoque CTS no ensino de Química, por proporcionar a construção de conceitos, procedimentos e atitudes.

E é desta perspectiva que eu desenvolvi esta investigação.

1.2 Aspectos e objetivos da pesquisa

Nesta seção, serão abordados alguns aspectos do enfoque CTS, do Enem e do ensino de Química, assim como o objeto da investigação e a justificativa do tema escolhido para esta pesquisa.

A ciência progride devido às necessidades motivadas pela sociedade. Por isso, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de resolver problemas sociais. Enquanto isso, o aprimoramento tecnológico colabora para o desenvolvimento da ciência. Assim, a ciência, a tecnologia e a sociedade têm buscado soluções de muitos problemas, porém também têm gerado consequências desastrosas (SANTOS; MOL, 2005, p. 22).

O aumento de problemas ambientais, além das discussões sobre o papel da ciência e da tecnologia exigem uma educação científica e tecnológica dos cidadãos de maneira crítica e participativa, além de uma compreensão subjetiva. Exige, ainda, a construção de conhecimentos, habilidades e valores que, vinculados a interesses coletivos, possibilitem questionar, atuar e participar de soluções de problemas causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Surgiram, assim, propostas educacionais que objetivaram fazer a reflexão sobre a relação da ciência e da tecnologia com a sociedade. Para Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009, p. 98), a abordagem CTS “veio para delinear o processo científico–tecnológico” iniciado no continente europeu e nos Estados Unidos.

Um ensino com abordagem em CTS, mesmo que não garanta o “aprendizado” exigido pelo paradigma dominante na educação brasileira, estimula e desenvolve, junto ao aluno, as inter-relações necessárias entre as experiências escolares em Ciências com os problemas do seu cotidiano.

Até mesmo os chamados exames de aspectos quantitativos, intitulados de avaliações de larga escala, exploram questões com a finalidade de buscar responder de maneira pertinente se:

Os estudantes estão preparados para enfrentar os desafios do futuro? Estão aptos a analisar, argumentar e comunicar suas ideias de maneira eficaz? Já identificaram os tipos de interesses que podem perseguir ao longo de sua vida como membros produtivos da economia e da sociedade? [...]. O PISA³ avalia em que medida os estudantes que se aproximam do final da educação compulsória adquiriram alguns dos conhecimentos e habilidades que são essenciais para que participem plenamente na sociedade. [...] procura avaliar não só se os estudantes são capazes de reproduzir o que aprenderam, mas também sua capacidade para extrapolar o que aprenderam e aplicar seu conhecimento em novos contextos, sejam eles escolares ou não. (PISA, 2008, p.18).

³ Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Programme for International Student Assessment).

Tratando do ensino da Química, no sentido do enfoque CTS, para Santos e Schnetzler (2010, p. 101),

[...] o objetivo central do ensino de Química para formar o cidadão é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas necessárias para a sua participação na sociedade tecnológica em que vive. Neste sentido, o ensino levaria o aluno a compreender os fenômenos químicos mais diretamente ligados à sua vida cotidiana, a saber manipular as substâncias com as devidas precauções, a interpretar as informações químicas transmitidas pelos meios de comunicação, a compreender e avaliar as aplicações e implicações tecnológicas, a tomar decisões diante dos problemas sociais relativos à Química.

O aluno poderia, por exemplo, interpretar instruções de embalagens sobre a utilização e conservação de produtos químicos, compreender cálculos inerentes à concentração dos ingredientes, relacionando-os com o preço e avaliar a sua toxidez (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 106). Estes mesmos autores (p. 102) informam que o ensino de Química para o cidadão deve estar centrado na interação de dois elementos fundamentais: a informação química e o contexto social, uma vez que o cidadão precisa compreender os fenômenos e os conceitos da ciência Química e perceber a sociedade em que vive.

No Brasil, principalmente as classes menos favorecidas, muitas vezes, não têm acesso às informações que podem ter relação com a sua vida e que são necessárias para um cidadão participar efetivamente da sociedade. Diante deste contexto, acredito, assim como Santos e Schnetzler (2010, p. 138), que nós professores de Química podemos ajudar na construção da sociedade onde a Química esteja a serviço do ser humano, abordando “não só os conceitos químicos essenciais para a vida, mas também os aspectos éticos, morais, sociais econômicos e ambientais a eles relacionados”.

Um evento que pode oportunizar a orientação do ensino de Química, no sentido de contribuir para uma sociedade mais justa, é o Enem, pois várias competências e habilidades (C&H) presentes na matriz de referência de CNT do Enem apresentam aproximações aos princípios do enfoque CTS e/ou estão ligadas ao ensino de Química. Assim, nesta perspectiva, o Enem pode mudar a concepção de que a sociedade tem sobre os objetivos desta ciência e o conceito

de que é uma disciplina abstrata, enciclopédica e com excessiva memorização de fórmulas, equações, símbolos, ou seja, de uma série de representações que muitas vezes são difíceis de serem compreendidas e que não apresentam significado.

Nesta direção, professores da Educação Básica começam a estudar o propósito, as matrizes e as questões do Enem, visando ao aprimoramento para o ensino.

Este envolvimento do professor do Ensino Médio, particularmente o de Química, é importante no sentido de poder proporcionar um significado para o ensino da disciplina, que vem sendo abordado com uma prática educacional encaminhada quase exclusivamente para retenção, por parte do aluno, de grandes quantidades de informações, não ocorrendo uma contextualização necessária para que o estudante perceba uma relação com seu cotidiano. Os alunos não conseguem aprender e nem entender qual a finalidade dos conteúdos ministrados em sala de aula, o que torna o ensino de Química sem interesse para o estudante e de pouco valor para a sociedade.

Santos e Schnetzler (2010, p.15) ressaltam que:

A presença da química no dia a dia das pessoas é mais do que suficiente para justificar a necessidade de o cidadão ser informado sobre ela. O ensino atual de nossas escolas, todavia, está muito distante do que o cidadão necessita conhecer para exercer a cidadania. [...]. O tratamento do conhecimento químico tem enfatizado que a Química da escola não tem nada a ver com a química da vida e os objetivos, conteúdos e estratégias do ensino de Química atual estão dissociados das necessidades requeridas para um curso voltado para a formação da cidadania.

Aliado a todo este panorama apresentado, acrescenta-se o fato de que talvez o Enem seja o principal acontecimento educacional no Brasil, nos últimos 50 anos. A aplicação do Enem provoca grande mobilização da sociedade brasileira e apresenta números expressivos. Por exemplo, é o 2º maior programa do mundo de acesso às universidades, ficando atrás apenas do programa chinês. No ano de 2016, foram mais de 8 milhões de inscritos, número maior que a população de vários países. Porém, ainda é um processo pouco discutido nos textos e eventos acadêmicos e no círculo docente, sobretudo na região Norte,

em especial no Pará, o que não condiz com a sua dimensão e importância para a educação brasileira.

O Enem, como instituto de avaliações externas à escola tem induzido transformações na 'vida' do ambiente escolar, especialmente na sala de aula, com integrações à prática de ensino. "Isso parece decorrer de vários aspectos entre os quais se destaca, no Brasil, o fato de o exame ter se revelado como uma importante forma alternativa de acesso de estudantes às universidades brasileiras e a algumas portuguesas". (FERNANDES SOBRINHO; RAMOS; SANTOS, 2016, p. 516).

Do mesmo modo, Oliveira et al. (2013, p. 3) revelam que o Enem, ao se configurar como essencial para o acesso ao Ensino Superior no Brasil, impactou o cenário da educação nacional, com a produção de materiais didáticos voltados para o Ensino Médio e com treinamento oferecido por cursos preparatórios para o exame.

Poucos pesquisadores e educadores, no entanto, dedicam-se a investigar as complexidades presentes neste exame, que envolve a educação brasileira em todos os níveis, como a mudança cultural do sistema de avaliação das instituições de Ensino Superior.

No X Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências (ENPEC / 2015), por exemplo, que é um dos eventos científicos mais relevantes na área de educação em Ciências no Brasil, observaram-se apenas 14 trabalhos com abordagem sobre o Enem, em um universo de 1272 trabalhos apresentados⁴. No referido evento científico, nenhuma mesa redonda, ou comunicações coordenadas ou debates, enfim, nenhuma atividade abordou o Enem, um processo que, segundo Maceno et al. (2011, p. 153), busca orientar a reorganização curricular na Educação Básica, sugerindo os "princípios de interdisciplinaridade e de contextualização e que vem ganhando legitimidade no contexto escolar e na formação de professores".

Nas três livrarias presentes no X ENPEC que comercializavam livros didáticos de Ciências, encontravam-se disponíveis vários livros, sobre diversos temas inerentes à formação de professor de Ciências, tais como: aprendizagem baseada em projetos, avaliação, contextualização, currículo, educação

⁴ Entre os 14 trabalhos que fizeram uma abordagem sobre o Enem, apenas 1 foi relacionado ao ensino de Química.

ambiental, educação inclusiva, enfoque CTS, ensino de Ciências, ensino no cotidiano, estágio, etnociências, experimentação, formação de professor, história da Ciência, história em quadrinhos em livros de Química, informática educacional, jogos didáticos/atividades lúdicas, livro didático, modelagem e neurociência. Contudo, não se encontrava disponível um único livro que trouxesse alguma abordagem sobre o Enem.

Por outro lado, se a literatura não tem sido um ambiente muito utilizado por estudos “que relacionam o Enem e o ensino de Química, os meios de comunicação têm dado bastante atenção a esse exame, contribuindo para disseminar visões na sociedade em torno do Enem” (FERNANDES, 2011, p. 21-22).

Costa-Beber e Maldaner (2015, p. 45) destacam que a busca por um bom desempenho em processos seletivos de Instituições de Ensino Superior (IES), que utilizam o Enem, “passa a ser meta de estudantes, escolas e do entorno familiar e social, influenciando o currículo escolar e a vida das pessoas que participam da escola”.

Em 2009, foram efetuadas várias modificações no Enem que passou a ser conhecido como “novo Enem”. A estrutura deste exame reorganizado pretende fomentar uma reforma do Ensino Médio. Porém, o fato de ser um processo recente tem dificultado a análise de seu significado. A evolução do Enem e a análise deste desenvolvimento e de suas características podem indicar a validade do exame.

O panorama apresentado sobre a problemática que aqui apresento me convence da necessidade de uma pesquisa acerca do enfoque CTS e do Enem. Assim, reafirmo a necessidade de aprofundar reflexões sobre este tema que aparece como uma tendência atual no ensino de Química.

Diante do exposto, justifico assim a importância de realizar esta pesquisa que envolve uma abordagem do enfoque CTS, do Enem e do ensino de Química: Três temas que devem fazer parte do processo de formação de professores de Química. A exposição preliminar dada até este ponto a esses três assuntos, e suas inter-relações, serão aprofundadas no desenvolvimento desta tese.

1.2.1 Hipótese, objetivos e questão de estudo

A descrição dos pilares da pesquisa (Enem, ensino de Química enfoque CTS) será posteriormente detalhada, mas o panorama apresentado até aqui já permite situar a hipótese levantada para este estudo, assim como os seus objetivos e a questão de pesquisa que conduzirá esta investigação.

1.2.1.1 Hipótese

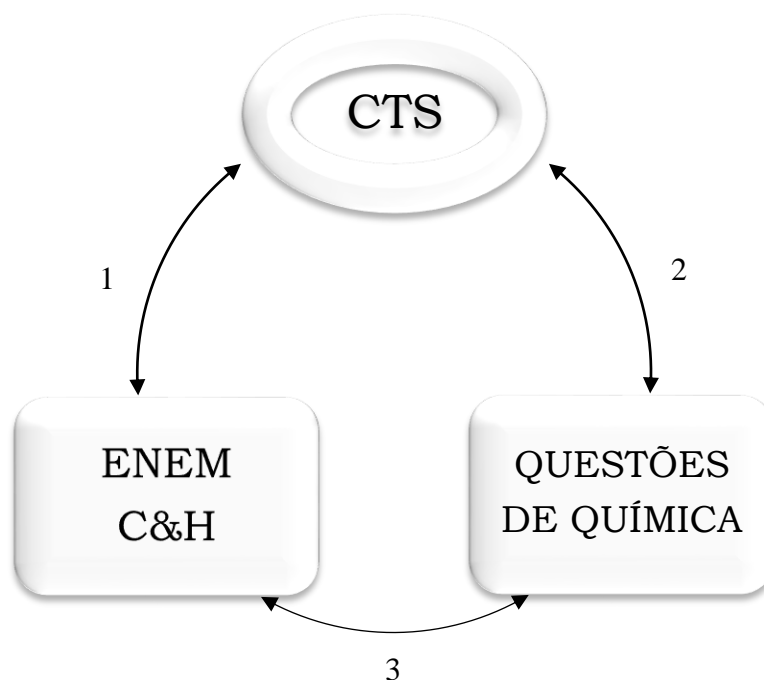
Nos documentos oficiais que norteiam e estruturam o novo Enem não existe vinculação explícita com os pressupostos CTS, embora se observe que várias competências e habilidades conduzam este exame para a verificação de uma educação cidadã, objetivo desta perspectiva educacional.

Diante do exposto, para esta investigação é enunciada a seguinte hipótese: "Existem aproximações, em diferentes níveis, entre os pressupostos teóricos do enfoque CTS com as competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem e com as questões associadas ao ensino de Química aplicadas neste exame. Por outro lado, o processo educacional brasileiro ainda não conduz a uma formação de professores, que são potenciais elaboradores de itens, que possam perceber a essência que decorre desta concepção".

1.2.1.2 Objetivos

Para revelar o percurso metodológico percorrido que permita a compreensão e posterior otimização do estudo, apresento, na Figura 1, uma representação esquemática que sintetiza a sequência operacional da análise das concepções investigadas. Na imagem, a forma elíptica superior representa a perspectiva educacional CTS e as formas retangulares que flutuam ao seu redor correspondem aos objetos de análise.

Figura 1 - Esquema de análise das relações dos princípios do enfoque CTS com objetos envolvidos no contexto do Enem



Fonte: O autor.

Para um melhor entendimento dos objetivos e procedimentos desta tese, apresento, a seguir, a descrição de cada um dos fluxos de análise desta pesquisa expostos na Figura 1.

- a) Fluxo de análise 1 – Identificar as competências e habilidades da área de Ciências da Natureza do novo Enem associadas aos pressupostos do enfoque CTS.
- b) Fluxo de análise 2 – Análise de aproximações entre a concepção da perspectiva educacional CTS e as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem de 2009 a 2015.
- c) Fluxo de análise 3 – Análise de associações entre as concepções emanadas das competências e habilidades do novo Enem, em relação ao enfoque CTS, com as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem de 2009 a 2015.

1.2.1.2.1 Objetivo geral

Analisar, com base nos pressupostos da perspectiva curricular Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), as relações entre as competências e habilidades solicitadas no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) com as questões desse exame associadas ao ensino de Química, no período compreendido entre 2009 a 2015, que é conhecido como novo Enem.

1.2.1.2.2 Objetivos específicos

- 1- Verificar como as competências e as habilidades expressas na matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) do novo Enem estão associadas com os pressupostos teóricos do enfoque CTS.
- 2- Analisar o conteúdo e a estrutura das questões do Enem associadas ao ensino de Química, no período de 2009 a 2015 (novo Enem), e verificar se ocorre aproximação com o enfoque CTS.
- 3- Verificar se as concepções CTS emanadas das competências e habilidades de CNT do Enem estão em consonância com as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem.

A partir deste contexto e dos objetivos apresentados, estabeleço a seguinte questão de investigação para esta pesquisa: “Como ocorrem as aproximações entre os pressupostos teóricos do enfoque CTS com as competências e habilidades de CNT e com as questões associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem? ”

Este questionamento delinea um foco na pesquisa que, de outra forma, a deixaria com amplo espectro de características do enfoque CTS e do Enem a serem investigadas. Assim, para alcançar os objetivos da investigação e responder à questão de pesquisa desta tese, um cronograma de análise foi estabelecido com a seguinte sequência:

- a) Investigar se estão presentes os pressupostos teóricos do enfoque CTS nas C&H da matriz de referência de CNT do novo Enem;

- b) Investigar se estão presentes os pressupostos teóricos do enfoque CTS nas questões associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem;
- c) Investigar se existe aproximação, em termos dos pressupostos do enfoque CTS, entre as C&H da matriz de referência de CNT do Enem com as questões associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem.

As respostas das questões investigadas, na sequência apresentada, deverão produzir os resultados necessários para se alcançar o objetivo geral deste trabalho e contribuir para a elaboração de itens para o Enem que tragam associações com os pressupostos do enfoque CTS, com o auxílio de competências e habilidades propícias para este fim, além de fornecer subsídios para novas pesquisas sobre este tema.

Existem indícios de que as competências e habilidades da matriz de referência de CNT do Enem se aproximam dos pressupostos da concepção CTS, porém esta verificação será realizada no decorrer da pesquisa para confirmar ou refutar a possível aproximação referida.

Chama a atenção o fato de que se o sistema educacional brasileiro ainda não conduz a uma formação de professores que possam elaborar questões que explorem a essência que decorre da concepção CTS, como se dá esta aproximação com os itens elaborados?

Mascio (2010, p. 36)⁵, em sua dissertação, avaliando o antigo Enem, afirma que mesmo não tendo como objetivo avaliar a alfabetização científica proposta pela educação CTS, o Enem se propõe a examinar a aprendizagem para promoção da cidadania, que também é objeto da educação CTS.

[...] o Enem não pretende e nem anuncia trabalhar a relação CTS, mas observa-se que existe uma aproximação e a educação CTS pode contribuir para uma melhor contextualização e conseqüentemente, uma avaliação mais ampla. Quando se compara a proposta das habilidades descritas nos relatórios pedagógicos oficiais do Enem, e a questão

⁵ A ideia e a inspiração para desenvolver esta investigação vieram a partir da leitura da dissertação, de Carlos César Mascio (2010), “Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): articulações entre a educação Ciência, Tecnologia e Sociedade e a proposta nacional para o ensino de química”.

propriamente dita, há uma verificação superficial e, portanto, cognitivamente falando, parcial da habilidade a que a questão se propõe avaliar. (MASCIO, 2010, p.75).

Para o autor da dissertação, o problema está na complexidade cognitiva envolvida na matriz de referência que na prática não é comprovada. O que se observa é que devido ao pouco entendimento sobre as intenções implícitas nas C&H, de modo geral, “as habilidades avaliadas na maioria das questões não são utilizadas em sua plenitude ou potencialidade, ou seja, o que é avaliado é apenas uma parte da habilidade que se dispõe na questão”. (MASCIO, 2010, p. 5).

Diante do contexto apresentado, acredito que o Exame Nacional de Ensino Médio (Enem), estruturado a partir das Orientações Curriculares de uma matriz de habilidades e competências a serem aferidas e de um conjunto de objetos de conhecimentos a ela associados, delinea um direcionamento para a formulação de questões que perpassam pela concepção da perspectiva curricular CTS. No entanto, as questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem, ou não refletem uma aproximação ou refletem diferentes níveis de aproximação com os elementos associados ao enfoque CTS.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, pretendo situar o trabalho proposto nesta tese por meio de uma seleção de obras nas quais os objetivos que norteiam essa temática são mencionados ou discutidos, apresentando variadas publicações que abordam o tema “CTS no contexto do novo Enem e do ensino de Química”, com diferentes abordagens e abrangentes pontos de vista, porém sem a intenção de fazer uma revisão exaustiva.

2.1 O movimento CTS

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – habitualmente identificado pelo acrônimo CTS – é descrito assim por Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009, p. 2):

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS - corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para atingir uma participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar.

Uma sucessão de desastres ligados ao desenvolvimento científico-tecnológico como, por exemplo, a descarga de resíduos poluentes, acidentes nucleares com reatores, envenenamentos farmacêuticos, poluição por derramamento de petróleo em mares e oceanos alertou para a necessidade de rever a política científica e tecnológica e a própria concepção de ciência e tecnologia (CT) e sua relação com a sociedade (LÓPEZ CERREZO, 1998, p.43).

Miranda (2012, p. 33) também relata que vários acontecimentos ocorridos a partir da metade do século XX geraram tensões sociais inerentes ao desenvolvimento científico e tecnológico, devido à associação desse desenvolvimento a danos ambientais e ao uso bélico, resultando na

desconfiança e temores da sociedade, originando a necessidade de repensar a autonomia política do desenvolvimento científico-tecnológico.

Fernandes e Marques (2009, p. 2) citam que o movimento CTS surgiu em torno da década de 1960, na Europa e América do Norte, com diversos aspectos, anunciando a necessidade de discutir visões clássicas de CT que as compreendem como fontes incondicionais de bem-estar social.

Auler (2003, p. 3) relata que, devido à degradação ambiental e à associação da Segunda Guerra Mundial ao desenvolvimento científico e tecnológico, este progresso se tornou alvo de um olhar crítico, passando a ser objeto de debate político e com questionamento de movimentos sociais sobre as consequências negativas da CT sobre a sociedade. O autor destaca a importância creditada à obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), do físico-historiador Thomas Kuhn que, ao questionar a concepção tradicional de ciência, em âmbito acadêmico, gerou “novas reflexões no campo da História e Filosofia da Ciência”.

Cerezo (2002), citado por Pinheiro (2005, p. 31), afirma que um fator importante para desencadear o movimento foi a publicação de duas obras:⁶

A *Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn, centrada no estudo dos antecedentes ou condicionantes sociais da ciência, contribuindo para novas discussões no campo da história e filosofia da ciência e *Silent Spring* de Rachel Carsons, a qual influenciou a mobilização de movimentos sociais que passam a denunciar as consequências negativas da ciência e da tecnologia.

Publicado em 1962, *Silent Spring* tornou-se um dos maiores *bestsellers* de todos os tempos, pelas denúncias sobre intoxicações em humanos, agressões ao meio ambiente, causadas pelos agrotóxicos e a destruição da fauna, principalmente de aves e peixes e outros animais silvestres, proporcionando a formação de uma consciência nacional sobre a necessidade de proteção do meio ambiente. Como consequências, houve um grande clamor popular e forte pressão pública sobre as autoridades para a criação de leis

⁶ A obra citada por Pinheiro é: CERREZO, José Antonio Lopez. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos*. In: SANTOS, Lucy Woellner dos (Org). *Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação*. Londrina (PR): IAPAR, 2002.

especiais e mais severas que a questão pesticida exigia (MOURA, 2008-2009, p. 46-47).

Strider (2012, p. 85) faz uma abordagem do "Programa Forte" (cujos principais representantes são David Bloor, Barry Barnes e David Edge) no sentido da influência europeia sobre o Movimento CTS. Este programa, que teve sua origem na Universidade de Edimburgo na década de 1970, buscou estabelecer um método científico para o trabalho do sociólogo da ciência e enfatiza o enfoque macrossocial, descrevendo de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos etc.) influenciam na atividade científica. De acordo com García et al. (1996 apud STRIDER, 2012, p.86), o Programa Forte teria orientado a vertente europeia do movimento CTS, sendo entendido como um impulsionador da mesma.

Santos e Maldaner (2010, p. 132), Auler (2002, p. 24, 2003, p. 3), Santos e Schnetzler (2010, p. 18) e Teixeira (2003a, p. 181) afirmam que o movimento CTS teve sua origem por volta da década de 1970, derivado de um conjunto de reflexões sobre o impacto da CT na sociedade moderna. Cresceu quando alguns setores da sociedade começaram a questionar o progresso resultante da CT sem uma análise crítica das relações de seus conhecimentos e, também, da constatação de que o desenvolvimento científico tecnológico e econômico não conduzia de forma linear e homogênea ao desenvolvimento do bem-estar social.

Sobre o fato do progresso da CT não contemplar todos os setores da sociedade visando ao bem-estar social e como contraponto a uma frase do cientista Albert Einstein (*A ciência não tem sentido senão quando serve aos interesses da humanidade*), Santos e Mól (2013, p. 19) questionam:

Quantas vezes a Ciência, em nome de interesses econômicos e políticos, é utilizada em guerras tecnológicas? Quantas vezes, em nome do desenvolvimento, enriquece pequenos grupos de pessoas, sem gerar benefícios para a sociedade como um todo e ainda causando catástrofes ambientais? Quantos realmente têm acesso aos benefícios do desenvolvimento científico e tecnológico, em um planeta no qual a maior parte da população vive abaixo da linha da pobreza?

Auler (2007, p. 8) observa que uma das intenções do movimento CTS é o de induzir a tomada de decisões em relação à CT em outro nível. "Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos

tecnocráticas”. Para o autor, essa nova compreensão ocasionaria a quebra do contrato social para a CT, ou seja, o modelo linear de progresso. Neste modelo, “o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social)”. Para Bazzo et al. (2003), o desenvolvimento tecnológico não é um processo linear de acumulação de melhorias, e sim um processo multidirecional e quase-evolutivo de variação e seleção.

Enquanto Teixeira (2003a, p. 182) observa que o movimento CTS tem penetração no campo referente às disciplinas científicas, porém a influência de suas teses nas outras áreas de conhecimento ainda é superficial, Bazzo et al. (2003, p. 127) afirmam que os estudos e programas CTS se desenvolvem em três direções:

a) 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; b) 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 facilitam a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas; c) 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.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009, p. 2) enfatizam que o movimento CTS, que surgiu por volta de 1970 no Brasil, trouxe a necessidade de o cidadão reconhecer seus direitos e obrigações, de pensar por si próprio e de ter uma visão crítica da sociedade e, principalmente, de ter a disposição de mudar para melhor a sua realidade. Os autores ressaltam o movimento CTS como fomentador de “questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social e, em especial, destacar sua relevância no campo educacional”.

Strider (2012, p. 11) enfatiza que “os estudos em CTS, em sua origem, estavam relacionados a situações de intervenção social a partir de reivindicações e interesses de mudança específicos”.

Todos esses pensamentos convergem para a necessidade de romper com a concepção clássica da relação de ciência e tecnologia com a sociedade, ou seja, o modelo linear de desenvolvimento, citado por López Cerezo (1998, p. 42), em que + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social.

Particularmente no Brasil, essa é uma equação de difícil resolução, consequência das riquezas naturais abundantes, da desigualdade social entre regiões, da distribuição de renda e riqueza de modo desigual, da pequena oferta de empregos, da incipiente reorganização da estrutura fundiária, da tênue redistribuição das propriedades rurais, mas, principalmente, da baixa formação escolar e da quase ausência de uma educação escolar científica e tecnológica com reflexos sociais.

Este quadro é propício para a predominância de um sistema capitalista que vise exclusivamente ao lucro e ao desenvolvimento a qualquer custo, com exploração acelerada de bens naturais, contando, neste caso, com o apoio da sociedade que neste contexto enxerga apenas a manutenção de empregos e a conveniente comodidade individual em detrimento do bem-estar coletivo e da preservação do meio ambiente.

A sociedade brasileira, de modo geral, tem a crença de que quanto maior for a produção científica e tecnológica, maior será o bem-estar social. Porém as pessoas precisam compreender que o avanço científico e tecnológico contribui para sociedade, porém as consequências deste desenvolvimento podem afetar negativamente o meio social.

Em síntese, os movimentos sociais que iniciaram com ações acadêmicas, institucionais e sociais, nos Estados Unidos e na Europa, desencadearam um processo de reação contrária ao desenvolvimento descontrolado, em decorrência dos impactos sociais e das consequências negativas para o meio ambiente, proporcionados pelo avanço da ciência e da tecnologia que, assim, tiveram sua importância e utilização questionadas.

Embora o movimento CTS não tenha o seu embrião no setor educativo, não resta dúvida de que a sala de aula é um espaço favorável para gerar reflexões que proporcionem as mudanças sugeridas por este movimento. Assim, na perspectiva de um ensino que conduza a uma educação científica baseada na ação e na construção social, com a participação pública em tomada de decisões relacionadas com ciência e tecnologia, ganhou força na área

educacional, no início da década de 1980, o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

2.2 O enfoque CTS na educação

Em várias referências consultadas para a construção desta tese ficou evidente que a definição de cidadania é polissêmica, influenciando conseqüentemente na conceituação do enfoque CTS, surgindo, assim, algumas definições sobre esta perspectiva, que se aproximam, na sua essência, ao reconhecer que o objetivo imperativo da educação é proporcionar condições para que o cidadão possa exercer seus direitos e cumprir seus deveres em uma sociedade democrática.

Para Bazzo (2011), as reflexões sobre CT e de suas conseqüências para a sociedade necessitam adotar direções mais claras e intensas nas atividades didáticas. Schnetzler (2002, p.16) relata que, em decorrência do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, tem sido defendida a inclusão das relações CTS nos cursos de ciências, resultando no comprometimento de os estudantes apreenderem conhecimentos científicos que os conduzam a participar como cidadãos na sociedade, ativamente de forma crítica, pela tomada de decisões.

Para Santos e Schnetzler (2010, p 61), CTS representa um ensino de Ciências em que o conteúdo a ser ensinado deve estar no contexto do seu meio tecnológico e social. “Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade).”

Com tal compreensão os estudantes poderão avaliar as aplicações das ciências, levando em conta as opiniões controvertidas dos especialistas, ao contrário da visão verdadeira e acabada, própria da educação canônica, como cita Solomon (1988).

Baeta et al. (2008, p. 101) comentam sobre as dificuldades para a conceituação consensual de cidadania, mas reconhecem que, para entender a sociedade em suas contradições mais agudas, o direito à educação torna-se necessidade indiscutível para a consolidação da democracia. Esse sistema é compreendido como um modo de convívio político derivado da “participação de

todos nas decisões e na gestão da vida social (direta ou indiretamente), assim como na produção e no usufruto de bens materiais e espirituais”.

Os conteúdos de ensino, portanto, não devem ficar restritos à lógica interna das disciplinas científicas, valorizando somente o conhecimento de teorias e fatos científicos, mas sim, reelaborando-os e relacionando-os com temas relevantes para a sociedade (SCHNETZLER, 2002, p.16).

Já existem iniciativas educacionais que procuram aproximar o conhecimento científico escolar com os conhecimentos vivenciados socialmente pelo aluno, embora, na avaliação de Lufti (2005, p.20-21), alguns projetos educacionais procuram apenas “dourar a pílula”, isentando o sistema econômico, social e político dos problemas sociais causados pelo uso do conhecimento químico, ressaltando sempre como sendo o mau uso da tecnologia e não a consequência dessa opção de desenvolvimento econômico, consolidando os mecanismos de acomodação e alienação que permeiam as classes sociais.

Martins (2007, p. 137) ressalta a importância da educação das consciências no processo de superação da alienação, que é uma característica inerente à organização social capitalista: Quando os indivíduos conseguirem “retomar para si o controle consciente das transformações das circunstâncias e de si mesmos, estarão a caminho da necessária prática revolucionária, condição essencial na superação da alienação”.

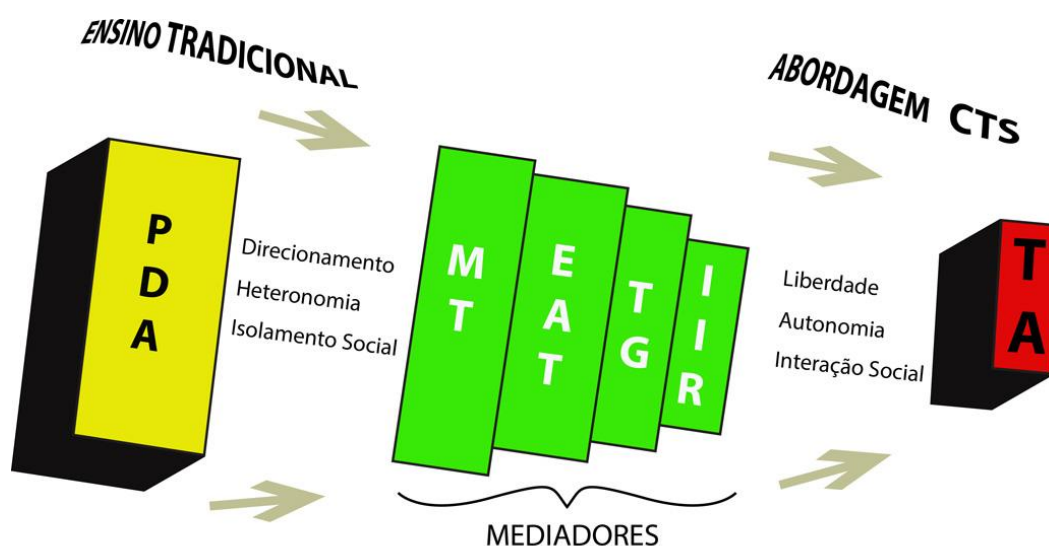
A educação, portanto, deve ser vista como um sistema que deve ir além de seus objetivos pedagógicos, proporcionando aos alunos conhecimentos científicos, afetivos e atitudinais que os capacitem para compreenderem as organizações sociais e, como consequência, permitindo a promoção da participação pública em julgamentos relacionados com a ciência e com a tecnologia para que, assim, os cidadãos sejam sujeitos nos processos de tomada de decisão, superando a condição imposta de alienação sobre deliberações que envolvem relevantes problemas de interesse da sociedade.

Avançam, assim, sugestões para a área da educação, como a do enfoque CTS, que se propõe a refletir a respeito da relação entre ciência, tecnologia e a sociedade em discussões sobre, por exemplo, questões ambientais e políticas públicas, sendo “necessário e urgente realizar um levantamento do estado da questão no Brasil” (VON LINSINGEN, 2007, p. 10).

As transformações sociais e econômicas observadas nas últimas décadas, no Brasil, exigem, portanto, do ensino de Ciências, uma nova postura, um novo objetivo. Brito e Gomes (2007, p. 6) comentam que surgiram várias propostas, dentro do perfil desejado, na tentativa de romper com o modelo educacional vigente. Os autores (2007, p. 7) consideram que o enfoque CTS representa bem a Tendência Atual (TA) que se opõe ao ensino tradicional. Salientam que “é uma proposta mais preocupada com as implicações sociais do conhecimento científico e da tecnologia que ele produz”. Liberdade, autonomia e interação social são as características fundamentais desta tendência. Afirmam que “propostas afinadas com a TA ainda são raramente utilizadas como estratégias de ensino-aprendizagem, no entanto já ganharam força nas pesquisas educacionais brasileiras”.

A Figura 2 apresenta a trajetória que o ensino de Ciências percorre desde a educação tradicional até a TA. Segundo Brito e Gomes (2007, p.6), o sentido da seta representa o caminho em direção a essa tendência.

Figura 2 - Representação da proposta de Brito e Gomes (2007) que mostra a trajetória do ensino tradicional até a abordagem CTS



LEGENDA

PDA: Prática Dominante Atualmente
MT: Microtemas
EAT: Ensino Através de Temas

TG: Temas Geradores
IIR: Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade
TA: Tendência Atual

Fonte: Brito e Gomes (2007, p. 6).

A passagem da PDA para a TA não vai acontecer como se fosse um salto quântico, uma vez que a formação escolar tradicional está internalizada em um sistema educacional refratário às transformações pretendidas para um ensino de Ciências que atenda às exigências reais da sociedade contemporânea. Portanto, para romper com este modelo, as mudanças devem ocorrer gradativamente, com a implementação de algumas práticas intermediárias, como a utilização de Microtemas, Ensino Através de Temas, Temas Geradores e as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade. Assim, uma mudança paulatina, gradual e com uma certa progressão destas práticas, conduzida pelo professor e aplicada ao ensino de Ciências, delineia, ainda que de forma tênue, a perspectiva CTS.

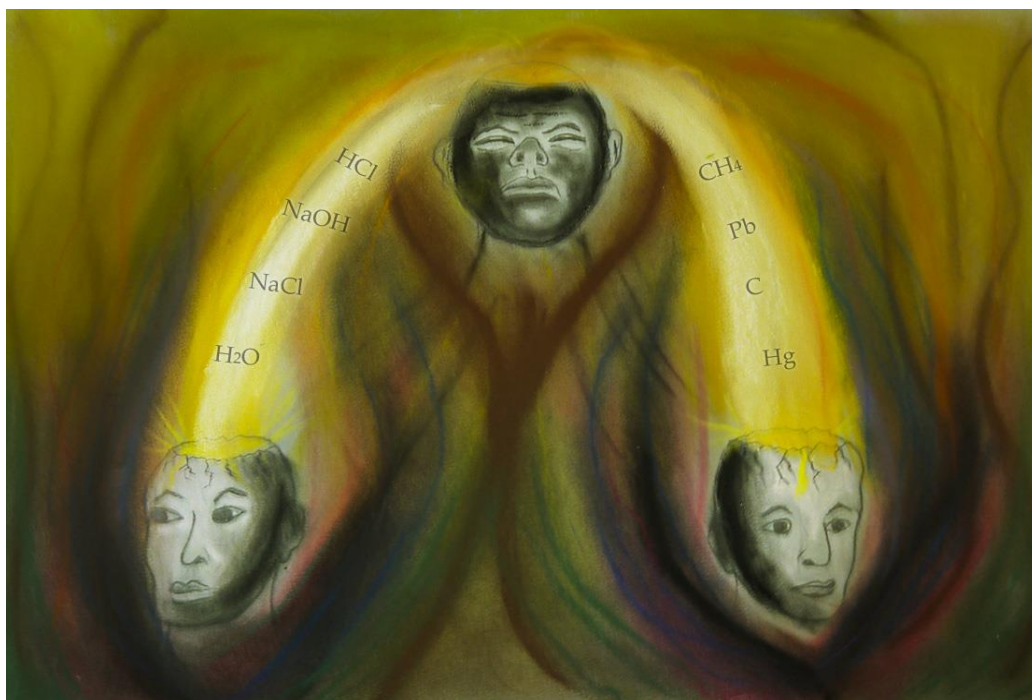
Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), apesar de os meios de comunicação difundirem itens preocupantes do desenvolvimento científico-tecnológico (produção de alimentos transgênicos, usinas nucleares, lixo etc.), muitas pessoas não compreendem como esses temas poderiam causar problemas. Torna-se indispensável que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões de interesse da coletividade. É necessário, portanto, que a sociedade comece a questionar os impactos da evolução e aplicação da Ciência e Tecnologia sobre o seu entorno, tendo, no setor educacional, um dos principais responsáveis por esta conscientização.

De acordo com Lopes e Lopes (2010, p. 92), a complexidade da globalização provocou intensas implicações na esfera social, sendo que os efeitos deste processo para a educação são mais intensos do que a simples introdução de novas tecnologias e a consolidação de algumas disciplinas, já que as alterações nas formas de trabalho e o rearranjo geopolítico-econômico em curso proporcionam o surgimento de novas exigências em relação às competências e habilidades necessárias ao trabalhador para se inserir no mundo.

Este tipo de educação “problematizadora” diverge da educação “bancária”, ilustrada na Figura 3, que é baseada na transmissão do conhecimento e que, de acordo com Bordenave e Pereira (2012, p. 10), não se preocupa com o aluno como membro de uma comunidade. Assim, a consequência natural é o aluno se tornar passivo e exímio memorizador que prefere manejar conceitos abstratos a resolver de forma original problemas

concretos da realidade onde vive. Ou seja, o ideal criado pelo modelo atual de educação em que, segundo Goulart (2001, p. 73), o aluno deve devolver, tal como o espelho, a imagem de completude que sustenta o professor que, para Sá e Queiroz (2009, p. 36), “é útil para transmissão de informações, mas dificilmente envolve os estudantes no processo de integração de ideias e conceitos”.

Figura 3 – Ilustração da educação bancária em que o professor espera que os alunos memorizem os conhecimentos e os reproduzam fielmente



Fonte: Adaptado de Bordenave e Pereira (2012, p. 10).⁷

2.2.1 Objetivos do enfoque CTS

Auler (2007, p. 1) afirma que, sobre o enfoque CTS, não existe concordância sobre a compreensão em relação aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação, mas admite que, sobre os objetivos, devem-se ressaltar cinco finalidades.

1^o) promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais;

⁷ Arte produzida pelo artista plástico e professor de Física da UFPA Manoel Januário da Silva Neto.

- 2º) discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT);
- 3º) adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico;
- 4º) formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas; e
- 5º) desenvolver o pensamento crítico e a independência.

Santos e Schnetzler (2010, p. 74) enfatizam que geralmente o objetivo mais frequente apontado por pesquisadores, em relação à formação para a cidadania, consiste no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão que está “relacionada à solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática”. Em relação a este aspecto, os autores (p. 75-76) apresentam as diferenças que existem entre a solução de um problema escolar e a tomada de decisão perante a vida real, exemplificadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação entre a solução de problema escolar e a tomada de decisão diante de problemas da vida real

Solução de problema escolar	Tomada de decisão de problema da vida real
1- Definição completa do problema.	1- Definição imperfeita do problema.
2- Resultado esperado.	2- Alternativas múltiplas.
3- Foco disciplinar.	3- Multidisciplinar.
4- Certo / Errado.	4- Custos / Benefícios.
5- Julgamento imediato.	5- Julgamento posterior.
6- Conhecimento dirigido.	6- Conhecimento construído.
7- Algoritmos.	7- Descoberta.

Fonte: Santos e Schnetzler (2010, p. 76).

O Quadro 1 apresenta situações antagônicas em que, no primeiro contexto (solução de problema escolar), predomina a informação objetiva e no segundo contexto (tomada de decisão de problema da vida real) prevalece a análise subjetiva.

Outro objetivo, além daquele relativo à capacidade de tomada de decisão apontado por Santos e Schnetzler (2010, p. 76), é referente à compreensão da natureza da ciência e da sua função social, “o que implica a necessidade de o aluno adquirir conhecimentos básicos sobre Filosofia e História da Ciência, para compreender as potencialidades e limitações do conhecimento científico”.

Bazzo, Pereira e Von Linsingen (2000, p. 147) aludem que o enfoque CTS objetiva promover a alfabetização científica e tecnológica como atividades humanas de grande importância social e despertar nos estudantes o interesse pelos estudos da ciência e da tecnologia, com ênfase na necessidade de um juízo crítico e de uma análise reflexiva das suas intervenções na sociedade. Assim, este campo de estudo favorece o desenvolvimento de atitudes e práticas democráticas nas questões de importância social pertinentes à inovação tecnológica ou à intervenção ambiental e propicia “o estímulo para um desenvolvimento socioeconômico respeitoso com o meio ambiente e equitativo com relação às futuras gerações”.

Santos e Mortimer (2002, p 114) mencionam vários autores os quais sugerem que o objetivo da educação de CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, para que o estudante construa “conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões”. As propostas identificam três objetivos gerais: (1) aquisição de conhecimentos, (2) utilização de habilidades e (3) desenvolvimento de valores. Outros autores relacionam alguns conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidos: autoestima, comunicação escrita e oral, pensamento lógico e racional, tomada de decisão, aprendizado colaborativo/cooperativo, responsabilidade social, exercício da cidadania, flexibilidade cognitiva e interesse em atuar em questões sociais.

Entre as várias finalidades pretendidas com os estudos CTS, ainda se aspira “contribuir para uma eliminação do crescente abismo que se consolidou entre a cultura humanista e a cultura científico-tecnológica, que tanto fragmenta nossa sociedade” (BAZZO; PEREIRA; VON LINSINGEN, 2000, p. 147).

Na perspectiva dos objetivos apresentados, é necessário que o professor desenvolva ações com responsabilidade social, com a utilização de conhecimentos relevantes que tragam significados para o educando, estimulando o desenvolvimento de atitudes coletivas e a tomada de decisões associadas às necessidades humanas, incorporando, assim, valores de interesse social ao processo educacional. No entanto, na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade, dois fatores não podem deixar de ser considerados: 1) é um processo contínuo que não começa na escola e não

termina ao fim da Educação Básica e 2) este processo requer um questionamento a modelos de organização social vigentes.

Uma reflexão sobre as informações químicas, considerando os aspectos sociais envolvidos na produção e no consumo dos produtos, pode levar o aluno a mudar sua atitude em relação ao uso de objetos.

No ensino de Química, por exemplo, os alunos poderiam ser estimulados a decidir criticamente pela utilização ou não de produtos de uso diário, após a construção de conhecimentos que apresentassem os benefícios e os malefícios que o consumo pode provocar para a saúde, levando em conta as consequências (benéficas e maléficas) para o meio ambiente e para a sociedade, as vantagens e desvantagens econômicas, incluindo as questões éticas associadas ao uso, à produção e à comercialização.

Santos e Mortimer (2002, p. 115) comentam que a decisão entre consumir um produto é adotada em função de sua aparência e qualidade, e raramente são considerados os aspectos sociais, ambientais e éticos implicados na sua produção. “Considerações de tal ordem poderiam, por exemplo, resultar na diminuição, a longo prazo, do consumo de embalagens descartáveis e de produtos que agridem a camada de ozônio”. Isto pode, forçosamente, levar a uma reavaliação dos processos de fabricação.

2.2.2 Classificações e propostas do enfoque CTS

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 76), apoiados em Walks (1990)⁸ e Medina e Sanmartín (1990)⁹, apresentam uma classificação CTS com três modalidades: “1) introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de Ciências (enxerto CTS); 2) a ciência vista por meio de CTS; e 3) CTS puro”.

Palacios et al. (2001, p. 148) apresentam as características dessas modalidades assim: 1) Enxerto CTS – seria a introdução de temas CTS nas

⁸ WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Orgs.). Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos, 1990. p. 42–75.

⁹ MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos, 1990. p. 114–121.

disciplinas de Ciências, promovendo reflexões do que consiste ciência e tecnologia. 2) Ciência e tecnologia por meio de CTS – seria a estruturação do conteúdo científico por meio de CTS, podendo acontecer em somente uma disciplina ou por meio de atividades multidisciplinares e interdisciplinares. 3) CTS puro – nesta categoria ensina-se ciência, tecnologia e sociedade por meio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel secundário.

A apresentação deste sistema de classificação e de suas características permite a professores e pesquisadores a sua utilização, como referencial, para distinguir determinadas abordagens no ensino de Ciências, facilitando o reconhecimento, com critérios de práticas docentes que se alinham ou não com os princípios da perspectiva educacional CTS.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 80) advertem que, para a concretização das propostas para o ensino do cidadão, torna-se necessário valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, por meio da contextualização dos temas sociais, na qual se requer a opinião dos estudantes em relação ao problema que o assunto apresenta, mesmo antes de ser discutido do ponto de vista dos conteúdos científicos.

Vários pesquisadores da área da educação oferecem propostas para a inclusão dos estudantes em um processo educacional que lhes proporcione fundamentação para posicionamentos críticos com valores éticos diante da sociedade que o cerca. Estes mesmos pesquisadores afirmam que as questões de caráter sociocientífico enfocam habilidades, competências e valores indispensáveis para tomar decisões com responsabilidade, em relação às questões de ciência e tecnologia na sociedade. Para Santos,

inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. Essas discussões envolvem valores e atitudes, mas precisam estar associadas à compreensão conceitual dos temas relativos a esses aspectos sociocientíficos, pois a tomada de decisão implica a compreensão de conceitos científicos relativos à temática em discussão. (SANTOS, 2007, p. 10).

Silva, Oliveira e Queiroz (2011, p. 324) avaliam que diversas propostas curriculares com abordagem CTS incorporam uma perspectiva de reflexão sobre

as consequências ambientais, sendo que autores como Santos (2007) afirmam que, em tese, todo movimento CTS incorpora esta vertente ambiental; no entanto, alguns problemas com viés social podem gerar reflexões nas quais as questões ambientais não sejam, necessariamente, consideradas.

Santos e Schnetzler (2010, p. 132), todavia, advertem que as propostas CTS, ao abordarem aspectos tecnológicos característicos e ao desenvolverem atitudes de participação popular, por meio de mecanismos inexistentes no Brasil, estão fora do contexto de sua realidade. Para a conjuntura brasileira, existem “condições básicas anteriores que ainda precisam ser superadas, como o acesso às informações e a organização de mecanismos populares que efetivem a participação dos cidadãos”.

Os autores fazem essa advertência pelo motivo de que algumas questões sociais abordadas, em projetos CTS, em países mais industrializados como os Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, entre outros, não se aplicam à nossa realidade. Daí a necessidade de refletirmos sobre “questões fundamentais relacionadas a participação popular no Brasil, para que se busque desenvolver nos alunos” atitudes essenciais para o país (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 132-133).

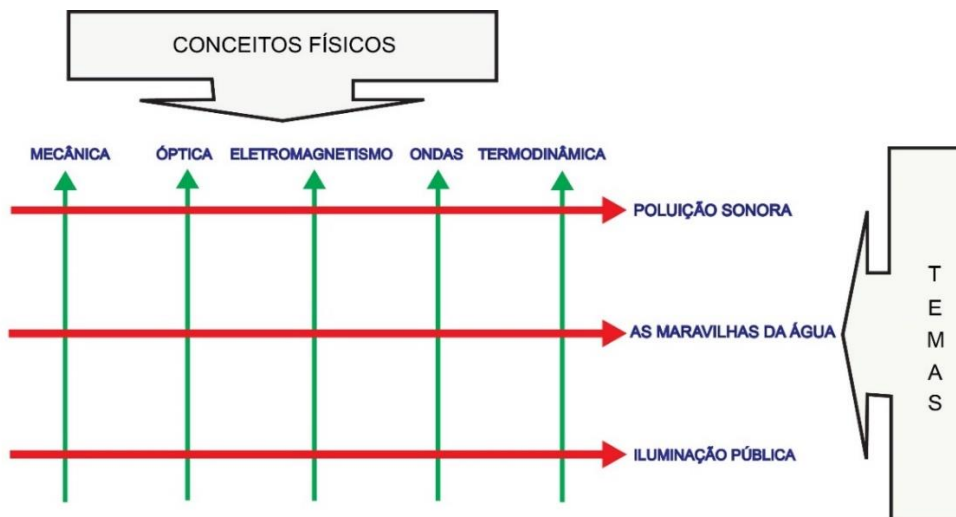
Estudar na escola aspectos tecnológicos e procedimentos de reivindicação popular que não são usados pelo cidadão brasileiro, é educar para uma falsa cidadania, pois o aluno pouco poderá fazer com o conhecimento obtido. Tal conteúdo poderá trazer consequências contrárias ao que se espera, à medida que pode enfatizar um modelo de desenvolvimento alienígena que não é adequado à realidade do país e falsear a realidade, criando no aluno um modelo de sociedade democrática que não é a em que ele está inserido e na qual vai participar como futuro cidadão. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 132-133).

Uma característica comum a todas estas propostas é a presença da abordagem interdisciplinar, uma vez que permite a integração do ensino da ciência e da tecnologia com a sociedade, podendo proporcionar um ensino com uma aprendizagem significativa que ultrapassa os limites da escola, envolvendo problemas escolares semelhantes aos encontrados pelo aluno em sua realidade.

Brito e Gomes (2007, p. 4), neste sentido, ofereceram uma proposta de ensino de Física por meio de temas, esquematizada na Figura 4, em que o eixo estruturante do currículo passa a ser o tema ou eixos temáticos, enquanto os

conteúdos surgem transversalmente como necessidade para compreender os temas.

Figura 4 – Proposta de transversalidade no ensino de Física por meio de temas



Fonte: Brito e Gomes (2007, p. 4).

Nesta proposição, os temas podem ser utilizados para uma única disciplina, para uma unidade do programa ou mesmo para um tópico de determinada unidade. Para os autores da proposta, na medida em que são colocados em pauta assuntos relacionados ao ambiente cultural do estudante, as discussões poderão desenvolver a sua sensibilidade para tomar decisões responsáveis e ter postura crítica perante as várias questões que fazem parte do nosso mundo como, por exemplo, efeito estufa, ética, bem-estar e tecnologia, entre outros. Assim, o ensino passa a ter um sentido mais abrangente, realista e com função social mais ampla

Esta proposta requerer uma mudança conceitual no pensamento e na prática docente. Para Libâneo (2007, p. 14), a modificação de comportamento de docentes frente ao rigor da disciplina regulamentada “implica compreender a prática da interdisciplinaridade em três sentidos: como atitude, como forma de organização administrativa e pedagógica da escola, como prática curricular.”

Libâneo (2007, p. 14) explica que a noção mais conhecida de interdisciplinaridade é a de interação entre duas ou mais disciplinas para superar a fragmentação, a compartimentalização de conhecimentos, implicando uma troca entre especialistas de vários campos do conhecimento na discussão de um

assunto, na resolução de um problema, tendo em vista uma compreensão melhor da realidade.

Modificar uma prática disciplinar fragmentada, sem integração entre as áreas de conhecimentos, para uma interdisciplinar pode possibilitar a abordagem de temas de interesses dos estudantes e inserir no ensino problemas sociais. Exige, porém, uma mudança da práxis do professor habituado com o modo disciplinar estanque e sem a vivência para associar os saberes escolares com situações concretas, cotidianas e imponderáveis.

2.2.3 Características e aspectos do enfoque CTS

De acordo com Bazzo et al. (2003, p. 9), ao incluir o processo tecnocientífico na conjuntura social e sugerir uma participação pública na orientação do seu desenvolvimento, os estudos sobre CTS adquirem uma importância de grande intensidade. Assim, as questões referentes à “ciência e a tecnologia e sua importância na definição das condições da vida humana saem do âmbito acadêmico para converter-se em centro de atenção e interesse do conjunto da sociedade”.

Santos e Schnetzler (2010, p 67-68) enfatizam que, enquanto os cursos convencionais de ciências baseiam-se apenas na transmissão de conteúdos científicos, as evidências mostram que os cursos com o enfoque CTS se organizam segundo uma abordagem interdisciplinar. Os autores apresentam as diferenças entre o ensino clássico e o ensino CTS, sendo, este último, caracterizado por uma “organização conceitual centrada em temas sociais, pelo desenvolvimento de atitudes de julgamento, e por uma concepção de ciência voltada para o interesse social, visando compreender as implicações sociais do conhecimento científico”. O ensino clássico, por outro lado, tem como característica a organização curricular centralizada no conteúdo específico de ciências, com uma concepção de ciência universal, que possui valor por si mesma e não pelas suas aplicações sociais.

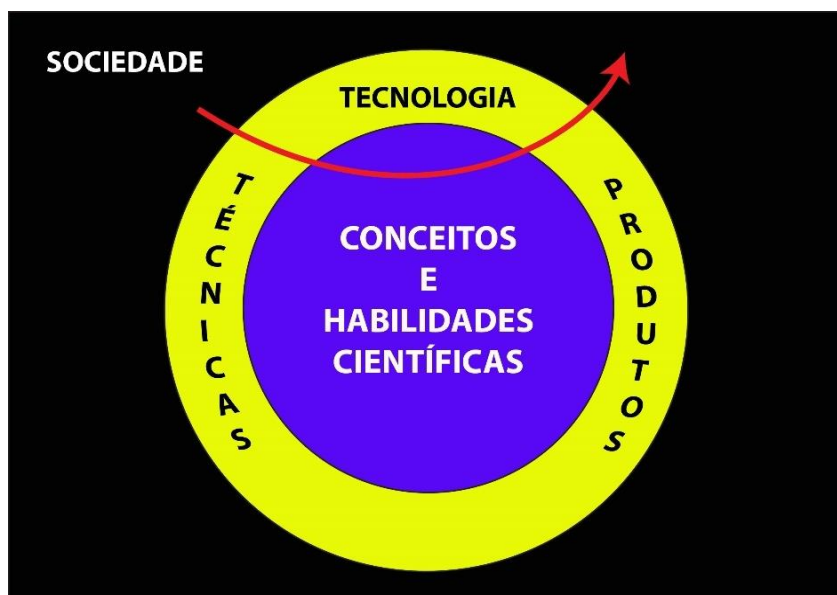
Um cidadão para tomar uma decisão necessita da informação e da competência para realizar um julgamento, avaliando os custos e benefícios. Resolver um problema relacionado com a vida de um cidadão é diferente da resolução de problemas escolares. Enquanto o problema escolar tem um caráter

objetivo, a tomada de decisão tem caráter subjetivo. Na resolução de um problema acadêmico, por exemplo, tem-se uma definição completa do problema, em que o resultado já é esperado e a solução é realizada com um foco disciplinar, avaliando como certo ou errado. Por sua vez, a tomada de decisão de problemas reais é realizada partindo-se de uma questão não precisamente definida, com o resultado previsto sob várias alternativas, sendo a solução tomada sob o foco multidisciplinar (SANTOS; SCHNETZLER, 1998, p. 263).

O emprego de temas sociais no ensino é referenciado por vários autores como a principal estratégia da abordagem CTS. Angotti e Auth (2001), Santos e Maldaner (2010), Santos e Schnetzler (2010) e Santos (2007) atribuem à abordagem CTS um papel importante para a integração de temas sociais ao ensino que possibilitam o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais à formação cidadã. Os autores destacam a importância do ensino CTS como um meio de assegurar justiça social que leva o aluno a compreender a influência que os mesmos têm como cidadãos e reconhecer a dependência da sociedade dos produtos tecnológicos, preparando indivíduos para a vida e para serem agentes da mudança social.

Em relação aos temas sociocientíficos, Santos (1992, p.146) orienta que, metodologicamente, parte-se dos temas sociais para os conceitos científicos e depois se retorna aos temas. Aikenhead (1992, p. 27) afirma que “os estudantes vivem muito mais em um mundo tecnológico do que em um mundo científico”. Assim, “as questões sociais são em primeiro lugar relacionadas com tecnologia”. De acordo com o autor (p. 28), o domínio da tecnologia é representado pelo círculo amarelo na Figura 5.

Figura 5 – Diagrama esquemático que ilustra uma sequência possível para a organização de material de CTS



Fonte: Aikenhead (1992, p. 28), modificado de Eijkelhof e Kortland (1987).¹⁰

Nesta figura, a seta indica a sequência adotada nos projetos CTS: uma questão social é introduzida; em seguida uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada; depois o conteúdo científico é definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; a tecnologia é estudada em função do conteúdo apresentado; e, finalmente, a questão social original é novamente discutida (SANTOS, 1992, p.146-147).

Contrapondo todo este contexto, Auler (2007, p. 16) aponta que, em algumas situações, o enfoque CTS tem sido enquadrado em um reducionismo metodológico, sendo utilizado simplesmente como uma metodologia para proporcionar um ensino de ciências melhor, sem a participação do docente e da comunidade da escola. “Utiliza-se o enfoque CTS apenas como fator de motivação, para “dourar a pílula” no processo de cumprir programas, de “vencer conteúdos”.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 77) ressaltam que o enfoque CTS, que venha a ser implantado nos currículos, é somente um contato inicial, com a intenção de que o aluno possa vir a adquirir posteriormente uma atitude

¹⁰ EIJKELHOF, H; KORTLAND, K. Physics in its personal, social and scientific context. Bulletin of Science, Technology e Society, 7, p. 125-136, 1987.

questionadora e crítica. “Isso implica dizer que a aplicação da postura CTS ocorre não somente dentro da escola, mas, também, extramuros”.

Santos e Schnetzler (2010, p. 69) apresentam nove aspectos característicos de CTS, abrangendo a natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade e o efeito das inter-relações entre estes elementos (Quadro 2). Porém, como nem todas as propostas de ensino denominadas CTS estão centradas nestes nove aspectos, ocorreu o surgimento de várias classificações CTS, abrindo um largo espectro de concepções.

Quadro 2 – Os nove aspectos da abordagem CTS

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

Fonte: Santos e Schnetzler (2010, p. 69).

Sobre esta falta de concordância em relação à compreensão dos pressupostos do enfoque CTS, Santos e Schnetzler (2010, p.68) reconhecem que “isso tem levado ao estabelecimento de várias classificações dos cursos de CTS”. Entre as diversas categorias, os autores (2010, p. 70) destacam a proposta de Aikenhead “que classifica os currículos de ensino de Ciências em relação à ênfase que atribuem às inter-relações CTS em oito categorias”, apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3- Proposta de Aikenhead (1994) para as categorias de ensino de CTS

Categorias	Descrição
1. Conteúdos 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.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
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 sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
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 semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
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.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
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.
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.

Fonte: Adaptação resumida de Santos e Schnetzler (2010, p. 71-72).

Santos e Schnetzler (2010, p. 71) inferem que, na primeira categoria, o enfoque CTS é empregado apenas como fator de motivação para os alunos, por exemplo, o que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos simplesmente conceituais. No outro polo, a categoria oito é referente a cursos com ênfase nas implicações das relações CTS, sendo os conhecimentos dos conteúdos científicos colocados em plano secundário, citados apenas para indicar uma vinculação com as ciências.

Santos e Schnetzler (2010, p. 71) citam que para Aikenhead os cursos característicos de “Ciências com enfoque CTS seriam aqueles entre as

categorias três e quatro que possuem uma ênfase nos conteúdos científicos, mas que abordam os conteúdos das inter-relações de forma mais sistemática”.

Sobre esta posição de Aikenhead, penso que a categoria três ainda se aproxima do ensino tradicional, enquanto que a categoria cinco (Ciências por meio do conteúdo CTS) pode melhor representar o que se busca no ensino com enfoque CTS, principalmente por admitir uma abordagem do conteúdo de modo multidisciplinar, sendo o CTS o organizador dos objetivos. Nesse sentido, dentre os desafios pautados para o ensino de ciências está a formação docente na perspectiva CTS abordada a seguir.

2.2.4 O enfoque CTS e a formação docente

Algumas pesquisas consultadas para esta tese apontam que a resistência de professores de Química se apresenta como um dos entraves para a adoção de práticas educacionais mais apropriadas em sala de aula. Sobre a implementação do enfoque CTS, um dos obstáculos citados nas pesquisas refere-se às concepções dos docentes sobre ciência e suas relações com a tecnologia e a sociedade. Ainda sobre a utilização de práticas associadas aos princípios do enfoque CTS, outros obstáculos recorrentes nas investigações sobre a práxis de professores de Química remetem à formação acadêmica e ao fato de que a experiência no magistério pode ser um fator restritivo para efetivar esse enfoque.

A resistência referida que, em geral, tem sua origem no processo de formação do professor e no paradigma que ele encontra no ambiente escolar, reflete-se, por exemplo, em contextos como o descrito por Santos et al (2009, p. 26), quando afirmam que em modelos curriculares com características CTS nos quais “os conceitos são apresentados a partir de temas, os professores não conseguem identificar os conteúdos científicos e encontram dificuldades em desenvolver estratégias para explorá-los didaticamente”.

É importante, portanto, uma discussão sobre como a práxis do docente pode influenciar na adoção de princípios do enfoque CTS no ensino de Química, uma vez que alguns destes professores são potenciais elaboradores de itens para o Enem.

O professor, como um ser social, é constituído e constituinte de seu meio. Além disso, como pessoa, age e sofre as ações de sua sociedade: “ele constrói e é construído por ela. A sociedade é feita por ele e ele é feito por ela: portanto, o professor é um construtor de cultura e de saberes e, ao mesmo tempo, é construído por eles” (SILVA, 2000, p.25).

Para Auler e Bazzo (2001, p. 12), admitindo que os condicionamentos históricos devem ter deixado marcas no pensar dos professores brasileiros, a pretensão de implementar o movimento/enfoque CTS, no contexto educacional brasileiro, admite que alguns questionamentos necessitam ser realizados, tais como: Qual a compreensão dos professores de Ciências sobre as interações CTS? E suas crenças, suas concepções de progresso? Será que associam linearmente progresso com inovações tecnológicas, supostamente neutras?

Os autores continuam questionando se o processo histórico vivenciado não teria colaborado para que uma parte significativa dos docentes apoiem uma perspectiva tecnocrática, concepção que torna inviável o movimento CTS? (AULER; BAZZO, 2001, p. 12).

Várias questões relativas à formação docente que podem inviabilizar a implementação do enfoque CTS no Brasil necessitam, portanto, de um aprofundamento teórico e experimental, pois como afirmam Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 77), o professor, em qualquer modalidade, é o “articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a concretização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido”.

Para Casagrande, Santos e Morelli (2004), a transversalidade presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) aponta que a escola deve propor aos seus alunos não só conhecimentos específicos, mas também criar cidadãos ativos na vida social. Porém, Reis e Galvão (2008) relatam que muitos professores evitam a discussão das questões sociocientíficas por: a) medo de eventuais protestos dos responsáveis pela educação e de uma possível falta de controle durante os debates; b) falta de capacidade de gestão das discussões em sala de aula e de conhecimentos necessários, principalmente sobre a natureza da ciência e os aspectos sociológicos, políticos, éticos e econômicos; c) excesso de conteúdo nos currículos; e d) sistemas de avaliação nacional que não valorizam este tipo de tema.

A propósito da utilização de temas sociocientíficos na prática docente de professores, Santos (2002, p. 281) desenvolveu uma pesquisa sobre a abordagem CTS e revelou que o desempenho em sala de aula dos docentes investigados teve, como fator limitante, a sua experiência no magistério.

Bazzo, Pereira e Von Linsingen (2000, p. 151-152) inferem que, devido à associação direta que a ciência e a tecnologia têm com as construções sociais, o ser humano deveria repensar suas causas e seus efeitos. Seria coerente, portanto, “que ciência e tecnologia, e as suas implicações junto à sociedade, fossem assuntos recorrentes no cotidiano dos professores”. No entanto, isto não acontece e, paradoxalmente, os docentes que defendem a inserção deste enfoque são chamados, muitas vezes, de sonhadores.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 81) apontam que os professores possuem pouco conhecimento em relação à abordagem CTS, evidenciando a necessidade de uma formação específica neste campo, isto é, a necessidade de temas CTS serem incluídos na formação inicial e continuada dos professores, para que estes possam contribuir para melhorar e inovar o ensino de Ciências, visando conseguir uma alfabetização científica e tecnológica mais ajustada às suas necessidades. A formação disciplinar é um problema que não está em harmonia com o comprometimento interdisciplinar do enfoque CTS, pois “nem nossos docentes, nem nossos alunos foram ou estão sendo formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade”.

Essa escassa familiaridade dos professores com a abordagem CTS é evidente, apesar de que nos PCN já se registra referência ao currículo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na seção relacionada às Ciências Naturais no Ensino Fundamental (Breve histórico do ensino de Ciências Naturais: fases e tendências dominantes).

No ensino de Ciências Naturais, a tendência conhecida desde os anos 80 como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que já se esboçara anteriormente e que é importante até os dias de hoje [...]. No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes importantes que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais. Questionou-se tanto a abordagem quanto a organização dos

conteúdos, identificando-se a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos, com um caráter também interdisciplinar, o que tem representado importante desafio para a didática da área. (BRASIL, 1998, p.20-21).

Santos (2002, p. 282-283), em sua tese de doutorado, constatou que poucos professores de Química apresentam uma preocupação central no desenvolvimento de valores e atitudes e que a prática dos docentes está aquém de uma proposta de ensino humanística. O autor imagina que esta mudança de concepção do professor pode ocorrer em um processo em que ele, na sua prática em sala de aula, a partir de experiências diversificadas, vai adquirindo autonomia e segurança para a adoção de novas metodologias.

Prudêncio (2014, p. 109) admite que na educação formal se verifica a apresentação de conceitos e fórmulas que não levam em consideração “essencialmente a realidade e, que por conta disso, deixam de construir junto aos licenciandos formas de contemplar e considerar também esses fatores em suas futuras atividades docentes”. Assim, Akahoshi (2012, p. 5) sugere que o professor de Química deve planejar o ensino dando sentido ao mundo físico e, para isso, a construção de materiais didáticos produzidos pelo próprio professor, com potencial para construir atitudes cidadãs, pode ser um instrumento para desenvolver uma visão mais crítica em relação a temas sociais, ambientais e econômicos.

Teixeira (2003a, p. 186) deduz que, para adotarmos os princípios estabelecidos pelo movimento CTS, teríamos que alterar o perfil tradicional da ação pedagógica dos professores. Auler (1998, apud TEIXEIRA, 2003a, p. 186) também concorda que o padrão de formação disciplinar dos docentes é incompatível com a perspectiva educacional interdisciplinar CTS. Assim, a formação docente é “um desafio a ser superado para viabilizar a presença de abordagens dessa natureza de forma orgânica, e não apenas ocasionalmente, nas aulas dos componentes científicos do currículo da Educação Básica”.¹¹

Além da perspectiva CTS requerer uma perspectiva interdisciplinar, o professor, de modo geral tem receio de ensinar um menor número de conceitos

¹¹ O artigo citado por Teixeira é: AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis, 1998.

científicos ao utilizar este enfoque. Essas concepções, em geral, são provenientes da formação inicial, considerada um fator crítico na alfabetização científico-tecnológica (VASCONCELOS et al., 2012; MANASSERO; VÁZQUEZ, 2001; ESTEVES, 2009).

Segundo Silva e Oliveira (2009, p. 44-45), várias pesquisas apontam que a formação de professores de Química não contempla alguns aspectos inerentes a esta qualificação, em um cenário diferente do esperado pelo que está explícito nos documentos oficiais da educação brasileira. Entre os problemas relatados pelas pesquisas é possível destacar, no campo institucional, o distanciamento entre as instituições de formação de professores e os sistemas de ensino da Educação Básica. No campo curricular, destacam-se: o tratamento inadequado dos conteúdos; a falta de oportunidades para desenvolvimento cultural; a concepção restrita de prática, entre outros. Além disso, observa-se que nos cursos de licenciatura em Química, em seus moldes habituais, a relevância está contida nos conteúdos da área, conseqüentemente, “o que ganha importância é a formação do químico e não do professor de Química ou educador químico”.

De acordo com Schnetzler (2002, p. 16):

À semelhança da pouca reflexão sobre a função social da ciência constata-se, também, ausência de discussões sobre a sua dimensão epistemológica durante a formação inicial e continuada de professores. [...]. Por tais razões, emerge a ênfase na investigação de concepções de professores, pois não parece haver dúvidas de que a prática pedagógica de cada professor manifesta suas concepções de ensino, de aprendizagem e de conhecimento como, também, suas crenças, seus sentimentos, seus compromissos políticos e sociais.

Gatti (2010, p. 1360), com base no fato de que a construção de estratégias exige mais competência do que a aplicação de regras, afirma que é necessário que o professor agregue a racionalização dos conhecimentos com as habilidades necessárias ao exercício profissional, com valor reconhecido pela sociedade. Para isso, é necessário escapar do improvisado, do “quebra-galho”, do professor meramente técnico, para introduzir a concepção de um profissional que tem condições de confrontar-se com problemas complexos e variados, estando capacitado para construir soluções em sua ação, mobilizando seus

recursos cognitivos e afetivos, com autonomia, por elevação do nível de qualificação.

Concordando com essa linha de pensamento, Prudêncio (2014, p.129) enfatiza que os cursos de licenciatura, geralmente, se pautam somente em transmissão de conceitos, formando professores que já se sentem confortáveis à medida que dominam o conteúdo e o exercem como uma forma de controle perante a sala. Para a autora, os discursos e os documentos acadêmicos sugerem a formação de cidadãos críticos e participantes, porém,

[...] não formamos professores críticos e capazes de ensinar sobre cidadania, uma vez que as discussões a respeito do que pode o ensino de ciências frente a uma realidade desumana ainda não tomaram seu lugar nas escolas e nas academias. Dentro desse espaço de valorização do saber, continuamos a ensinar da mesma maneira que o fazíamos quando a sociedade era outra, com características bem distintas da atual, inclusive com relação à participação igualitária de todos os setores da sociedade. (PRUDÊNCIO, 2014, p. 129).

Miranda (2012, p. 227), em sua tese de doutorado, apresenta vários autores que defendem a inclusão de atividades que permitem discutir as relações CTS nas séries iniciais do Ensino Fundamental, uma vez que este procedimento pode produzir consequências sociais, culturais, econômicas cognitivas e linguísticas. A autora (p. 160) destaca a importância que os professores desempenham na implementação de currículos CTS, já que podem empregar suas crenças ideológicas, epistemológicas e sociológicas sobre CT. Essas crenças ou concepções, em relação ao ensino e à aprendizagem da Ciência e à própria ciência, são construídas por meio da vivência e reflexões como alunos e, depois, como professores. “Elas podem desencadear reações diversas (desde a aceitação até a rejeição) quanto aos eventuais méritos das novas propostas curriculares”.

Freire (1996, p. 77) afirma que ensinar exige a convicção de que a mudança é possível e que somos capazes de intervir na realidade, implicando decisão e escolha, o que nos faz ver a impossibilidade de estudar por estudar. Para isso, precisamos fazer perguntas, como por exemplo, em favor de quem estudo? Em favor do que estudo?

Prudêncio (2014, p. 36) exemplifica esta situação:

Se como professor, opto por ensinar a respeito das possibilidades de a reciclagem dar um fim correto e sustentável para os resíduos que produzimos sem abordar, por exemplo, o papel que podemos desempenhar na redução da produção desses resíduos, posso estar ensinando a favor de uma cultura do consumismo e do desperdício, aliada a um mito de que a tecnologia – envolvida no processo de reciclagem no caso – irá sempre propor uma solução para os problemas mundiais.

Pierson et al. (2007, p. 9), em relação ao enfoque CTS, mostram inquietações quanto à formação de professores para o ensino de Química, pois vários licenciandos desta disciplina entendem que o ensino direcionado ao “desenvolvimento crítico do aluno seja o mais apropriado para a escola atual, todavia, não se consideram capacitados a ministrar atividades que estimulem o desenvolvimento de tais competências”.

Silva (2007, p. 8-9) entende que os professores devam considerar, em sua prática, a formação de cidadãos críticos e atuantes, sugerindo que os professores contextualizem o ensino de Química, estabelecendo uma relação entre conhecimento científico e realidade do aluno. No entanto, uma parte significativa dos docentes demonstra ter um entendimento sobre a contextualização no ensino que não se aproxima dos expressados nos documentos oficiais e nos materiais de pesquisa.

Coll e Martín (2004, p. 14) reconhecem a importância dos professores no desenvolvimento dos currículos, que têm a função de concretizar as intenções educativas, uma vez que nestes currículos deve ser estabelecido o papel a ser realizado pela educação escolar no desenvolvimento dos futuros cidadãos.

Chassot (2003a, p. 49) questiona: Quais são as contribuições e responsabilidades que temos como professores na construção da cidadania? Sobre o processo de formação de professores de Química, Chassot (2004, p. 127) relata que o discurso dos professores de Química difere-se pela natureza hermética de seu conteúdo. Os processos de ensino e de aprendizagem desta disciplina utilizam uma verbalização produzida nas universidades. Assim, o conhecimento químico, ensinado de modo desvinculado da realidade do aluno, pouco significa para ele.

Santos e Schnetzler (2010, p. 96) destacam o papel do professor na determinação do sucesso ou do fracasso de uma nova abordagem de ensino,

especialmente no caso da formação de professores de Química, em que as recomendações da literatura sobre CTS apontam a necessidade de contemplar a interdisciplinaridade.

A principal dificuldade na implementação de um curso de CTS é o modo como ocorre a formação do professor de Ciências. “Está claro, através da maioria dos debates, que o treinamento tradicional de professores, tanto no estágio quanto em serviço, raramente aborda o ensino de um curso CTS ou uma questão de CTS” (HOFSTEIN et al., 1988, p. 361 apud SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 96).¹²

Essa afirmação de Hofstein et al., sobre a formação inadequada dos professores em relação à abordagem CTS, apesar de ser de quase 30 anos atrás e no contexto europeu, representa bem os fatos no contexto brasileiro atual.

Esta resistência dos professores em adotar este tipo de procedimento já foi observada em pesquisas acadêmicas e também nos relatórios diários de alunos e estagiários do curso de licenciatura. Sobre este tema, Santos (2007, p. 10) destaca que os

professores de ciência em geral têm resistência e dificuldades em promover debates em torno de questões políticas, com isso, muitas vezes a abordagem de temas CTS acaba se restringindo a ilustração de aplicações tecnológicas com exemplos de suas implicações. Compreender o papel da abordagem curricular de CTS em uma perspectiva crítica e reconhecer a importância de se incluir no currículo aspectos sociocientíficos (ASC) é, sem dúvida, um importante passo inicial para se vencer o desafio da mudança de postura em sala de aula. (SANTOS, 2007, p. 10).

Aumentando a inquietação sobre esta resistência, Maldaner (2000, p. 23) alerta que a formação de educadores que compreendam abordagens como CTS não é prioridade em algumas universidades brasileiras e, embora existam pesquisas importantes neste sentido, as mesmas não afetam a maioria dos professores da Educação Básica, principalmente da área das Ciências Exatas.

Carvalho e Carvalho (2012, p. 72) creem que, em uma prática, objetivando uma transformação social, o professor assume o dever de contestar a ordem estabelecida, não no sentido de manipulação e menos ainda de dominação, mas

¹² HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUEARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n.4, p. 357, 1988.

na direção de aproximar o aluno do objeto de estudo, para uma maior compreensão da realidade.

Ao contrário do que parte dos docentes parece conceber sobre a inclusão de pressupostos para a formação cidadã na educação brasileira, apenas como um ideal de alguns pensadores da área da educação, Zucco, Pessine e Andrade (1999, p. 454) já relatavam que nas discussões de diretrizes curriculares, em virtude das alterações iniciadas pela LDB, observavam-se tendências que evidenciam preocupação com uma formação mais geral do aluno, “com a inclusão, nos currículos institucionais, de temas que propiciem a reflexão sobre caráter, ética, solidariedade, responsabilidade e cidadania”.

Segundo Moraes e Mancuso (2004, p. 45-48), na década de 1980, os professores de Ciências vivenciaram o desafio de inserir temas amplos de estudos trazidos da vivência social, objetivando dinamizar o processo de conhecimento escolar e superar a disciplinaridade. No entanto, a avaliação desta experiência mostrou que a ruptura com a forma linear e fragmentada de organização do currículo não aconteceu. Se, eventualmente, são abordados temas fora da proposta tradicional de ensino, isso permanece como mera inserção pontual.

A fragmentação e a linearidade continuam marcando o ensino de Ciências nas escolas e a formação de professores de Ciências. [.....]. Percebemos o quanto os professores se mostram dependentes da organização curricular tradicionalmente vigente, que classificamos como linear e fragmentada. Nela prevalece a racionalidade técnica. (MORAES; MANCUSO, 2004, p. 47-48).

Santos e Schnetzler (2010, p. 130) reconhecem a importância do professor para consolidar a adoção de qualquer proposta de ensino, mas advertem que, se não ocorrerem esforços conjuntos com os docentes para implementar uma renovação no ensino de Ciências e, principalmente, no ensino de Química no Brasil, dificilmente será concretizada a implementação de um ensino voltado para a formação da cidadania.

Os autores continuam alertando: é essencial que ocorra também um processo de luta da sociedade para que aconteçam mudanças relevantes nas condições de trabalho oferecidas ao professor, que representam uma das

maiores dificuldades à implementação de um ensino significativo para os estudantes (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 130).

Carvalho e Gil-Pérez (2003, p. 18) acreditam que a complexidade da atividade docente não pode ser um obstáculo à eficiência e fazem um convite ao professor para “romper com a inércia de um ensino monótono e sem perspectivas, e, assim, aproveitar a enorme criatividade potencial da docência”.

Segundo Luca (2015, 18), precisamos utilizar, no ensino de Química, fatos e conteúdos associados ao cotidiano, de forma crítica, para formar alunos que possam interagir nas decisões impostas pela sociedade.

Em relação à aplicação da perspectiva educacional CTS no ensino de Química para formar o cidadão, Santos e Schnetzler (2010, p. 138) assim se reportam:

Acreditamos que nós, professores de Química, temos um papel fundamental e que, por meio da adoção desse novo paradigma, poderemos auxiliar na construção da sociedade democrática, em que a Química esteja a serviço do Homem e não da dominação imposta pelos sistemas econômico e político. Sendo assim, é necessário que não tenhamos a resistência de transformar a Química da sala de aula em um instrumento de conscientização, com o qual trabalharemos não só os conceitos químicos fundamentais para a nossa existência, mas também os aspectos éticos, morais, sociais, econômicos e ambientais a eles relacionados.

Além da observação cotidiana do contexto da educação brasileira, vários estudos sempre apontam que os professores da Educação Básica são profissionais, em geral, sobrecarregados, desatualizados e desestimulados.

Embora reconhecendo ser evidente que são trabalhadores com alta carga horária e baixa remuneração, a participação dos docentes é imperativa no processo de transformação do quadro educacional no Brasil, no sentido desta educação alcançar os pressupostos teóricos do enfoque CTS. Para isso, é necessário que, com o apoio de todos os setores da sociedade, sejam implementadas políticas governamentais e não governamentais que os levem a terem as condições essenciais para adquirirem as competências necessárias para conduzirem o processo de mudança de concepção em relação aos objetivos da educação.

Com condições satisfatórias de trabalho e com salário adequados à importância da ação docente, restará aos educadores começar a questionar as

formas de ensinar e de aprender, e repensar o modo de agir na natureza e na sociedade, para a educação brasileira iniciar um processo de renovação no ensino de Ciências com reflexos sociais, em direção à educação científica.

Em relação a este tipo de ensino, Carvalho (2014, p. 28) alerta que “os desafios para a educação científica ainda são muitos, sobretudo quando se trata do ensino de Ciências a partir de uma abordagem CTS/CTSA visando à alfabetização científica”, um dos temas da próxima subseção.

2.2.5 Alfabetização Científica, Letramento Científico e CTS

Mascio (2010, p.12) observa que a educação CTS é avaliada como um conjunto de ideias que sugere uma mudança na forma de visão do ensino e da aprendizagem da ciência, que pode levar a uma alfabetização científica e, de forma mais abrangente, a um letramento científico. Em sua dissertação, Mascio (2010, p. 12), apoiado em Santos (2006) e Soares (2009), adotou a distinção entre alfabetização e letramento utilizada pelas ciências linguísticas e em educação de uma maneira geral.

Sem ter como objetivo uma ampla reflexão, destaco a principal diferença entre alfabetização científica e letramento científico que, segundo Soares (2004, p.6), “está no grau de ênfase posta nas relações entre as práticas sociais de leitura e de escrita e a aprendizagem do sistema de escrita”.

Santos (2006, p. 613) ressalta que o termo alfabetização tem sido empregado com o sentido mais limitativo de ação de ensinar a ler e escrever. Soares (2009, p. 24) aponta que o sentido do termo letramento faz menção à condição de quem sabe ler, escrever e exercer práticas sociais que utilizam a escrita.

Máscio (2010, p 12) fundamentado em Soares (1998, p. 24)¹³ deduz que de acordo com essas definições, uma pessoa alfabetizada que saiba ler e escrever pode não ser letrada, caso não faça uso da prática social de leitura e não compreenda o significado de textos. Sobre o conceito de letramento, Soares (2009, p.24) infere que uma pessoa pode não saber ler e escrever, ou seja, é

¹³ SOARES, Magda. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Ceale/Autêntica, 1998.

analfabeto, mas ser de certa forma letrado, se indiretamente envolver-se em práticas sociais de leitura e de escrita.

Realmente, uma pessoa que não saiba ler e nem escrever pode ter contato com as atividades de leituras como, por exemplo, ditar um documento para que outra pessoa escreva e, em seguida, escutar a leitura deste documento. Além disso um cidadão analfabeto pode ter a capacidade de interpretar corretamente a leitura verbalizada realizada por uma pessoa alfabetizada, como por exemplo, ao assistir um telejornalismo ou ao escutar a leitura de um jornal impresso.

Analogamente, Santos (2006, p. 613) distingue alfabetização de letramento em ciência e tecnologia. Assim, o autor considera que:

A alfabetização científica e tecnológica corresponderia ao processo escolar descontextualizado de nominalização restrita de determinados processos científicos e tecnológicos ou de resolução de exercícios e problemas escolares de ciências, muitas vezes desenvolvidos ritualisticamente por meio de algoritmos, sem uma compreensão conceitual mais ampla. Já o letramento em ciência e tecnologia seria o estado ou a condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e entende alguns de seus princípios básicos, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam o conhecimento científico e tecnológico.

O letramento científico abarca o entendimento do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Esta dimensão tem um elemento direcionado para a compreensão pública da ciência e a formação de cidadãos para agirem na sociedade científica e tecnológica. Esse letramento envolve a preparação para tomada de decisão que corresponde a um dos objetivos dos currículos com ênfase em CTS (SANTOS, 2006, p. 613).

Costa-Beber e Maldaner (2015, p. 48-49) comentam que as fundamentações teóricas do Enem estão mais próximas da noção de letramento científico, mas as questões se aproximam mais da noção de alfabetização científica.

Os autores adotaram definições já estabelecidas nas literaturas: para a alfabetização científica, como a compreensão do conteúdo científico e o desenvolvimento de habilidades em relação à atividade científica. Assim, “O letramento científico refere-se à compreensão da função social da ciência, a

conhecimentos, habilidades e valores relacionados à função social da atividade científica, incluindo questões de natureza cultural, prática e democrática”. O domínio dessa linguagem implica, portanto, o desenvolvimento de um pensamento científico/químico e não se resume a definições que podem ter sido apenas memorizadas (COSTA-BEBER; MALDANER, 2015, p. 48-49).

Santos (2012, p. 50) defende a ideia de que a educação CTS tem interseção com os objetivos do que se denomina de letramento científico, mas que não pode ser confundida como se ela correspondesse inteiramente as suas finalidades, de tal modo a ser visto como slogan de letramento científico. “Em nosso ponto de vista, o letramento científico envolve domínios mais amplos que englobam outros aspectos não contemplados pela educação CTS”. Já a educação CTS tem uma identidade própria que necessita ser bem compreendida e integrada ao domínio do letramento científico.

Por motivo já citado, deixo de consignar, neste estudo, uma discussão mais ampla sobre o tema, porém não posso deixar de considerar a sua importância para o processo educativo, em particular para a educação CTS e, conseqüentemente, para esta pesquisa. Assim, considero, a partir deste ponto, o ensino de Química com enfoque CTS como um componente do letramento científico e que também contribui para a alfabetização científica na medida em que inclui o estudo de conhecimentos científicos, embora em contexto social e tecnológico.

2.3 O enfoque CTS no contexto do ensino de Química

Nesta seção, abordo o pensamento de vários teóricos da educação, em particular do ensino de Química, para formação da cidadania e o enfoque CTS.

No contexto contemporâneo da educação brasileira, encontramos um modelo de ensino de Química desatualizado e, como consequência, observamos alunos que não compreendem os conceitos, nem o sentido de estudar esta ciência e nem a relação desta disciplina com o cotidiano das pessoas.

Sobre a importância de apreender os conceitos e fenômenos químicos Lopes e Freitas-Reis (2015, p. 93) advertem que “sendo a Química parte integrante da nossa vida, é importante a compreensão dessa ciência por parte do aluno e o seu uso para a solução de problemas reais, enquanto cidadão.”

Mesmo com grande potencial para desenvolver um ensino contextualizado envolvendo problemas concretos, para Quadros e Dantas Filho (2015, p. 9), ensinar Química na Educação Básica tem se tornado um desafio para os professores e também para os formadores de professores. Percebe-se uma relativa resistência de estudantes à aprendizagem em Química, derivada, entre outros fatores, do fato de os alunos não perceberem a importância dessa ciência e a potencialidade do conhecimento químico para o desenvolvimento tecnológico, e mesmo para a sua vida cotidiana.

A abordagem interdisciplinar, associando a ciência com a tecnologia e a sociedade, pode proporcionar uma aprendizagem significativa que ultrapassa os limites da escola, envolvendo problemas escolares semelhantes aos encontrados pelo aluno em sua realidade, proporcionando uma maior qualidade no ensino de Química, na perspectiva de formação do cidadão consciente e ativo. Ao encontro deste pensamento, sobre a aplicação do enfoque CTS no ensino de Química, encontram-se, na literatura, vários trabalhos que apresentam esta proposta (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; SANTOS; MORTIMER, 2002; AULER, 2002, 2007; PEREIRA; MOREIRA, 2015).

Para Santos e Schnetzler (2010, p. 32), por exemplo, observando que o objetivo geral para a Educação Básica é a preparação para o exercício consciente da cidadania, “torna-se fundamental a contextualização do ensino, de modo que ele tenha algum significado para o estudante, pois assim ele se sentirá comprometido e envolvido com o processo educativo, desenvolvendo a capacidade de participação”. Para isso, novas propostas curriculares precisam ser desenvolvidas dentro de tal concepção. Assim, é imprescindível realizar investigações que forneçam subsídios para o alcance do objetivo básico para o ensino de Química.

Como afirma o Professor Wildson Santos, na obra de Sá e Queiroz (2009), o ensino de ciências deve refletir as complexas relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e incorporar questões sociocientíficas que envolvam temas sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais, com o objetivo de uma formação humanística do cidadão e do profissional da Química, para que eles possam, por meio do conhecimento derivado dessa ciência, tomar decisões que conduzam a uma melhor qualidade de vida.

O desenvolvimento da Química, por exemplo, tem proporcionado uma vida mais longa e mais confortável ao ser humano, além de permitir a busca de soluções para os problemas ambientais, o tratamento de doenças, o aumento da produção agrícola, a construção de prédios modernos, a produção de novos materiais, entre outros. “Contudo, o progresso tem um preço e está associado a uma infinidade de desequilíbrios ambientais. Vazamento de gases tóxicos, contaminação dos rios e do solo e envenenamento por ingestão de alimentos contaminados” (SANTOS; MOL, 2013, p. 18).

Como a evolução da Química tem contribuído para melhorar a qualidade de vida, inclusive na área da saúde e, ao mesmo tempo, produzido efeitos negativos decorrentes do uso indevido de suas aplicações, Santos e Mól (2005, p. 2 e 24) solicitam que se faça a seguinte reflexão: por que, apesar da ciência proporcionar tantos benefícios, dois terços da população estão sujeitos a doenças que já podem ser controladas, além de não possuírem as condições mínimas de alimentação, saúde e habitação?

Essa reflexão me leva a admitir que, apesar do potencial que a utilização dos conhecimentos químicos tem para proporcionar o bem-estar da sociedade, os interesses de uma organização social que visem apenas a lucros monetários, valorizando mais objetos do que pessoas, sobrepõem-se aos interesses sociais e humanísticos, que seriam próprios de uma educação CTS.

2.3.1 Aspectos legais do ensino de Química relacionados ao enfoque CTS

A importância desta pesquisa sobre o ensino de Química para o exercício da cidadania pode ser resumida pelo Art. 205 da Constituição Federal do Brasil de 1988, que instituiu, como função geral para a educação, a formação cidadã, sugerindo a valorização dos contextos do trabalho e da construção da cidadania.

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, **seu preparo para o exercício da cidadania** e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988, grifo nosso).

Derivada da Constituição Brasileira, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, no seu Artigo 22 do Capítulo II, institui que:

A Educação Básica tem por finalidades desenvolver o educando, **assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania** e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1996, grifo nosso).

Santos et al. (2007, p. 67) lembram que esta função sempre esteve presente na legislação brasileira para a Educação Básica, porém o ensino de Química, na maioria das escolas, está dissociado deste aspecto formador.

Na realidade, como cita Teixeira (2003b, p. 89), a educação sempre está a serviço de algum tipo de cidadania e pode atuar de modo crítico, reflexivo, promovendo a emancipação popular ou também “ser responsável pela formação de indivíduos acríticos, obedientes e conformistas, contribuindo para manutenção de um quadro de imobilismo coletivo diante das questões sociais”.

Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2005, p. 5), nesse sentido, aparece explícito, no contexto da LDB, que a sociedade moderna exigirá do cidadão mais do que apenas saber ler, escrever e contar. Para isso, é necessário que o aluno acompanhe os níveis de desenvolvimento da sociedade e, para esse fim, necessita adquirir conhecimentos que valorizem a criatividade, a autonomia, a solidariedade e o respeito à diversidade, como base para a formação cidadã. Assim, a educação deve colaborar para a autoformação do estudante, “estimulando-o a assumir a condição humana, incentivando-o a viver, de forma a se tornar um cidadão, que numa democracia, será definido por sua solidariedade e responsabilidade”.

Todos os saberes citados anteriormente são necessários para que o educando possa viver numa sociedade moderna e tecnológica. Assim, é necessário que tais conhecimentos se voltem para a compreensão da ciência e da tecnologia, que efetivam presença contínua em nosso meio (PINHEIRO, 2005, p. 51).

Segundo proposta inserida nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), no ensino de Química, os conteúdos abordados e as atividades desenvolvidas devem ser

propostos de modo a favorecer o desenvolvimento de competências dentro de três domínios descritos a seguir:

Representação e comunicação, envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos; da **investigação e compreensão**, ou seja, o uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina; e da **contextualização sociocultural**, ou seja, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas. (BRASIL, 2002a, p. 88, grifo do autor).

A proposta apresentada para o ensino de Química nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) é contrária ao paradigma estabelecido de simples memorização de fatos de pouco significado para o aluno. Ao contrário disso, o que se quer é que o estudante compreenda as transformações químicas que acontecem nos processos naturais e tecnológicos e suas consequências para a sociedade (BRASIL, 2002a, p. 87).

O aprendizado de Química, dessa forma, possibilita a compreensão dos processos químicos e da construção de um conhecimento científico associado com a tecnologia e suas consequências ambientais, sociais, políticas e econômicas. Assim, os estudantes podem se posicionar como cidadãos (BRASIL, 2002a, p. 87).

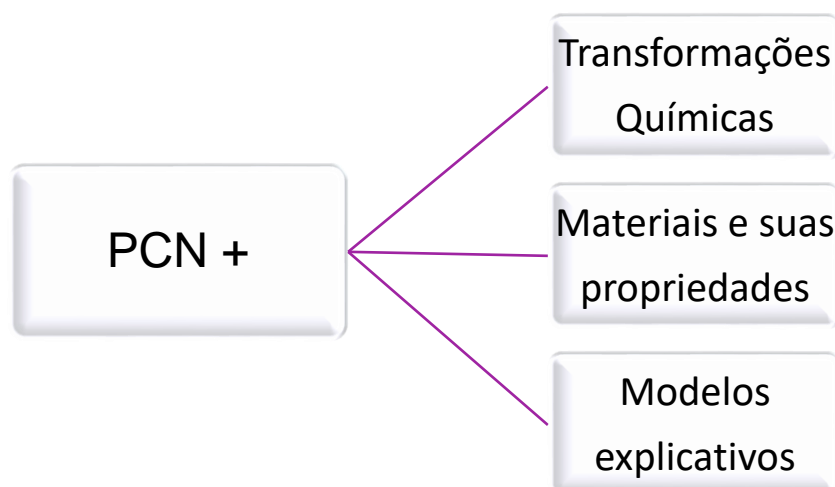
Nas orientações curriculares (BRASIL, 2006, p. 109) é anunciado que, no Ensino Médio, espera-se que “a Química seja valorizada, na qualidade de instrumento cultural essencial na educação humana, como meio coparticipante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade”.

De acordo com o que foi estabelecido nos PCN+,

a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002a, p.87).

Para o ensino de Química, a proposta pedagógica estabelecida nos PCN+ sugere que os conteúdos de Química sejam desenvolvidos segundo um tripé sustentado nos três alicerces: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos (Figura 6). Esses eixos correspondem aos objetivos da Química e constituem a base nacional comum do conhecimento químico (BRASIL, 2002a, p. 87).

Figura 6 - Proposta Pedagógica dos PCN +



Fonte: Adaptado de Brasil (2002a, p. 87).

“Uma aprendizagem de Química, com essa perspectiva, induz o desenvolvimento de competências e habilidades e acentua questões reais” (BRASIL, 2002a). Assim, o aluno terá oportunidade de analisar dados e de tomar decisões. Por exemplo, Santos, Amaral e Maciel (2010, p. 118), em um artigo que trata de temas sociocientíficos, em aulas práticas de Química Orgânica, relatam que os alunos foram incentivados a investigar questões sobre as características básicas do leite.

Quais são os problemas ambientais gerados pela produção do leite? Quais são os contaminantes que você espera encontrar na sua amostra de leite? Qual é a diferença entre leites dos tipos A, B ou C? Qual é o custo de um litro de leite dos três tipos? Quanto é pago ao produtor pelo litro de leite? Qual é a composição do leite? Por que o leite é um produto aconselhado para crianças? Qual é o maior produtor de leite? Qual é o valor do litro de leite em outros países? Qual é o consumo de leite pelos brasileiros? (SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2010, p. 118).

Esta seção apresenta um intenso aporte legal por meio das diretrizes e orientações educacionais estabelecidas para o ensino de Química no Brasil, ficando clara a necessidade da associação dos fenômenos estudados nesta ciência com os princípios teórico do enfoque CTS, uma vez que, de acordo com a LDB, os saberes de Química devem propiciar formação básica para o trabalho e a cidadania do educando, ou seja, as condições necessárias para que o aluno possa viver na sociedade tecnológica contemporânea, com a clara compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico e as consequências deste avanço para o meio ambiente, sendo este o objeto de várias competências a serem aferidas pelo novo Enem.

2.3.2 Reflexões sobre os objetivos do ensino de Química relacionados ao enfoque CTS

Como já foi citado, o objetivo do ensino de Química para formar o cidadão é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações necessárias para a sua participação na sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 101). No entanto, muitos alunos se perguntam: “Por que tenho que estudar Química?” “Para que tenho que conhecer fórmulas e símbolos químicos?” “Em que tais conhecimentos serão úteis em minha vida?” (SANTOS; MÓL, 2005, p. 2).

Para Chassot (2004, p. 31), o ensino de Química, pelo menos no Ensino Médio, é (literalmente) inútil, pois o conhecimento químico, tal como é usualmente transmitido, desvinculado da realidade do aluno, significa muito pouco para ele. Santos e Schnetzler (2010, p. 48 - 49) concluem que este tipo de conhecimento “serve apenas como ornamento cultural, para que sejamos chamados de letrados em ciências, detentores do ócio da cultura ornamental, para assim nos aproximarmos da classe dos senhores que tudo sabem”.

Schnetzler (1980) afirma que o excesso de memorização assim como a falta de experimentação e de correlação entre o conteúdo do ensino de Química e a vida do estudante são marcas evidentes do ensino de Química no Brasil. Sobre a falta de significados no ensino de Química, Santos e Schnetzler (2010, p.37) alertam que é necessário abolir o entendimento ingênuo de que educamos

cidadãos, ao ensinar Química. “Não basta ensinar conceitos químicos para que formemos cidadãos, pois a questão da cidadania é mais ampla, englobando aspectos da estrutura e do modelo da organização social, política e econômica”, passando pela educação de valores morais.

A Química está presente no cotidiano das pessoas, porém o ensino atual está muito distante do que o cidadão necessita conhecer para exercer a sua cidadania. O tratamento do conhecimento químico tem enfatizado que a Química da escola não tem nada a ver com a química da vida, e os objetivos, conteúdos e estratégias estão dissociados das necessidades requeridas para um curso voltado para a formação da cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 15).

Segundo Beltran e Ciscato (1991, p. 15), vários professores de Química concordam que o ensino desta disciplina apresenta muitos problemas relacionados a sua aprendizagem e poucas pessoas conseguem se posicionar sobre problemas associados a esta disciplina. No entanto, a química está relacionada a quase tudo em sua vida e as pessoas precisam ser informadas sobre isso. Por exemplo, quando alguém come, respira, pensa, está realizando processos químicos.

Alimentação, vestuário, saúde, moradia, transporte etc. são necessidades básicas dos seres humanos relacionadas à química. No entanto, a sociedade relaciona esta ciência apenas com catástrofe e desastres ambientais. Para Beltran e Ciscato (1991, p. 16),

esses preconceitos existem, inclusive devido à forma como os meios de comunicação a divulgam e aos mecanismos ideológicos que a sociedade utiliza para encontrar um bode expiatório, na ausência de políticas públicas para a utilização adequada do meio ambiente. Sem um conhecimento de Química, ainda que mínimo, é muito difícil um indivíduo conseguir posicionar-se sobre todos esses problemas, e em consequência exercer efetivamente sua cidadania. Conhecer-la e a seus usos pode trazer muitos benefícios ao homem e à sociedade. Ter noções básicas de Química instrumentaliza o cidadão para que ele possa saber exigir os benefícios da aplicação do conhecimento químico para toda a sociedade.

Beltran e Ciscato (1991, p. 16) acreditam que dominar conhecimentos de Química pode auxiliar o cidadão a se posicionar em relação a vários problemas da vida moderna, tais como “poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias-primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e

agrotóxicos, fabricação de explosivos, fabricação e uso de medicamentos”, entre outros. A aprendizagem da ocorrência, obtenção e aplicação de substâncias químicas permite ao cidadão realizar análises críticas mais elaboradas do desenvolvimento social e econômico, em uma demonstração da importância da aprendizagem de Química para a sociedade.

Embora a química esteja presente em tudo que nos cerca, a aprendizagem desta ciência é complexa. Beltran e Ciscato (1991, p. 11) atribuem a crise do ensino de Química aos aspectos externos que tratam dos recursos aplicados na educação, e aos aspectos internos, que são basicamente de caráter metodológico: “a Química é ensinada como uma ciência de conteúdo estático e acabado, ficando esquecidas desta maneira as questões acerca da construção desse conhecimento”.

Em uma análise sobre o mal aproveitamento da aprendizagem dos alunos de Ciências, que se adequa ao ensino de Química pelas mesmas características, Auler (2003, p. 13) assegura que, em outro campo da atividade humana em que ocorresse o acúmulo de tantos fracassos, certamente se cogitariam mudanças radicais. No entanto, o autor pondera que, assim como para “Max Plank foi doloroso aceitar os limites da física clássica em relação à quantização da energia, também, para nós professores, talvez algo idêntico esteja acontecendo”.

Para o ensino de Química, Santos e Schnetzler (2010, p. 104) apresentam propostas sugeridas por doze educadores químicos brasileiros, entrevistados pelos autores, em relação aos objetivos voltados para a formação da cidadania. As propostas são: desenvolver a capacidade de participar e de tomar decisão criticamente; compreender processos químicos relacionados com a vida cotidiana; avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da Química; formar o cidadão em geral e não o especialista; compreender a natureza do processo de construção do conhecimento científico; e compreender a realidade social em que está inserido para que possa transformá-la.

Os objetivos do ensino de Química, já amplamente discutidos anteriormente, como instrumento de formação da cidadania, apresentados nesta seção, são claros quanto à adoção de estratégias ou metodologias que permitam ao aluno a condição de dominar conhecimentos de Química que possam auxiliá-lo a se posicionar em relação aos problemas sociais modernos, como, por

exemplo, poluição, produção e consumo de energia e o consumo de alimentos tratados com agrotóxicos. No entanto, vários obstáculos impedem esta adoção. São os interesses, as políticas, os paradigmas, as resistências, as formações, o planejamento, as metodologias, os currículos, os conteúdos e os objetivos em descompasso com a realidade social.

2.3.3 Propostas CTS para o ensino de Química

Nunes et al. (2015, p. 36-37) afirmam que as propostas CTS brasileiras têm discutido basicamente as tradições europeias e norte-americanas deste enfoque, relegando o potencial do pensamento latino-americano. Além disso, “poucas propostas têm apresentado concepções críticas de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social em nível de implementação em sala de aula”. Os autores concluem relatando a carência de materiais didáticos de Química com enfoque CTS nos livros didáticos, principalmente para as licenciaturas.

Mesmo com o contexto apresentado, o ensino de Química pode contribuir tanto para o desenvolvimento intelectual dos estudantes, quanto para a formação de cidadãos mais conscientes, uma vez que vários temas sociais apresentam potencialidades para serem utilizados no ensino de Química, como pode ser observado no projeto de ensino “Interações e Transformações”, do Grupo de Pesquisa em Educação Química da USP (GEPEQ).

Ar, água, minerais, energia, alimentação, vestuário e moradia são necessidades básicas à sobrevivência do homem. Tendo em vista que tais necessidades são supridas pela utilização e transformação de materiais extraídos da natureza, é de suma relevância propiciar aos alunos de Ensino Médio – acima de tudo, futuros cidadãos – oportunidades para que possam fazer uma nova leitura do mundo que os cerca através da óptica da Química. Essa “leitura química” do cotidiano virá enriquecer o conhecimento do aluno com informações úteis sobre as fontes dos materiais utilizados pelo homem. (GEPEQ, 1998, p. 9).

Para ter uma participação efetiva na sociedade atual, é necessário que o aluno adquira um conhecimento mínimo de Química. Assim, no ensino desta ciência, deveríamos idealizar a inclusão de temas químicos que afetam os seres humanos e o meio ambiente, com uma análise crítica das suas implicações e

com uma abordagem baseada na integração entre os conceitos químicos e os aspectos sociais.

Neste sentido, Santos e Schnetzler (2010, p. 112) concordam que os temas químicos sociocientíficos exercem função essencial no ensino de Química para formar o cidadão, possibilitando a contextualização do conteúdo químico em uma perspectiva significativa, além de proporcionar a apropriação de habilidades inerentes à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais importantes, que requerem dos estudantes um posicionamento crítico.

Vários autores, como Santos e Schnetzler (2010) e Beltran e Ciscato (1991), sugerem alguns temas sociais que podem ser abordados em uma aula de Química, tais como: saúde, fármacos, alimentação, água, agricultura, drogas, meio ambiente, guerras, substâncias perigosas, indústria, tecnologia, recursos minerais, hídricos e energéticos, entre outros.

“Mas como o professor pode empregar o conhecimento de Química na formação de cidadãos conscientes de sua responsabilidade perante a sociedade? (SOUZA, 2015).

Em relação a esse contexto, Santos e Schnetzler (2010, p. 107), inferem que com os temas sociais da Química “pode-se ensinar os conceitos químicos necessários para o cidadão ser capaz de julgar, compreendendo a responsabilidade social que tem como tal”. É essencial que o aluno seja alertado de que produtos químicos, ao reagirem com outras substâncias, formam novas substâncias que podem provocar danos ao ambiente. Assim, conscientiza-se o aluno da responsabilidade que ele tem ao usar produtos químicos para o seu bem-estar.

Milaré, Richetti e Alves Filho (2009, p. 167) afirmam que a inclusão de temas sociais nas aulas de Química minimiza o excesso de conteúdos que se apoiam na necessidade de memorização de conceitos e fórmulas, característicos do ensino tradicional. “Também colaboram com a discussão de aspectos sociais, políticos e econômicos, que são elementos não disciplinares que auxiliam na problematização e fazem parte da realidade dos alunos”.

Zanon e Maldaner (2007, p. 55) esclarecem que a utilização desses temas favorece a integração dos conhecimentos químicos e a interdisciplinaridade, já que para a compreensão de sua complexidade são necessários saberes,

relacionados a várias ciências como Biologia, Física, Matemática, História, Geologia, Economia e Política.

O crescimento econômico e tecnológico em uma sociedade injusta implica, geralmente, no aumento das contradições sociais. A esse respeito, Santos e Schnetzler (2010, p. 106) orientam que o professor de Química pode abordar as contradições sociais que o desenvolvimento da Química gerou na sociedade, debatendo com os estudantes, os verdadeiros favorecidos da prosperidade produzida, “a exploração exercida pelos grupos dominantes, as consequências ambientais do desenvolvimento tecnológico e a exclusão da maioria da população dos benefícios gerados”. Este professor pode, também, assumir a responsabilidade de fornecer a informação química necessária para o cidadão, como consumidor, exercer os seus direitos conscientemente e, principalmente, como afirmam Vaitsman e Vaitsman (2006), adquirir hábitos e atitudes relacionados com a preservação do meio ambiente.

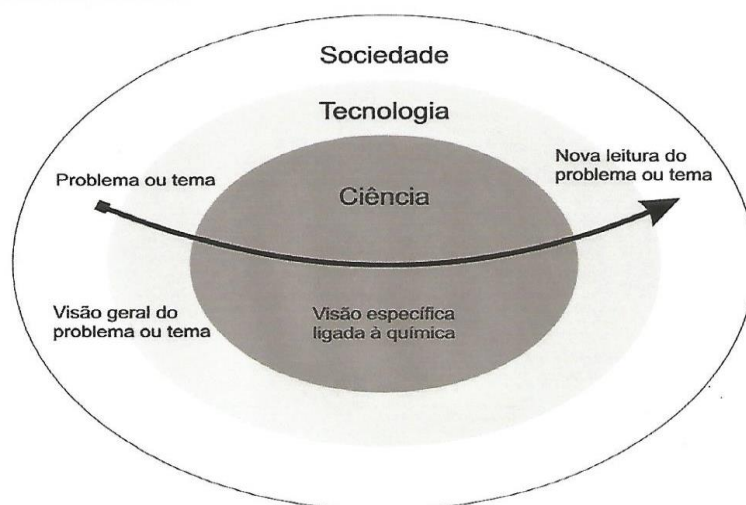
Como afirmam Santos e Schnetzler (2010, p. 49), o que se quer é que a Química, na Educação Básica, não seja lecionada com um fim em si mesma, senão estaremos desviando do principal objetivo desta disciplina, que é “assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade. Isso implica um ensino contextualizado, no qual o foco seja o preparo para o exercício consciente da cidadania”.

Para que esta proposta seja exitosa, observa-se, nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a sugestão de um enfoque de temas sociais cotidianos e uma experimentação que, associados à teoria, não consistam em simples “elementos de motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes” (BRASIL, 2006, p.117).

Em uma investigação sobre material didático com uma perspectiva CTS, elaborado por professores de Química, Silva e Marcondes (2015, p. 68), com base na sequência proposta por Aikenhead (1992, p.28), elaboraram um instrumento para análise de unidades didáticas do ensino desta disciplina (Figura 7).

Esta figura pode proporcionar um entendimento com mais clareza para alunos de Química sobre a ideia de Aikenhead, uma vez que possibilita uma aplicação prática de situações vivenciadas no ensino da disciplina Química.

Figura 7 – Instrumento para análise de unidades didáticas de Química



Fonte: Silva e Marcondes (2015, p. 68).

Neste instrumento, inicialmente, verifica-se uma situação-problema ou um tema; a seguir, para obter uma visão geral do problema, analisam-se as informações que explicitam o tema ou problema abordado e as relações com aspectos das áreas CTS que a unidade possa trazer em sua estrutura; posteriormente, observa-se se o conhecimento da Química, tratado na unidade, estabelece relação forte, média ou fraca com o tema ou problema; finalmente, faz-se uma nova leitura do tema ou problema, analisando se a unidade didática retoma alguma discussão sobre o tema, apresenta nova situação que amplia os entendimentos sobre o problema ou, ainda, apresenta nova situação provocativa com vistas a resolver o problema (SILVA; MARCONDES, 2015, p. 68).

Embora diversos autores recomendem que em uma abordagem associada ao enfoque CTS os temas devam ser globais, pois influenciam a vida de pessoas em várias partes do mundo, é possível abordar problemas nacionais a partir de um enfoque regional envolvendo fenômenos e conhecimentos de Química.

Podem-se empregar, assim, temas sociais veiculados pela mídia, como poluição e desastres ambientais, tais como os acontecidos recentemente, em 2015, nas cidades de Mariana (MG) e Barcarena (PA), ou a utilização de spray

de pimenta pela polícia de Brasília (DF), no dia 05 de junho de 2016, no jogo entre Flamengo e Palmeiras¹⁴.

Esta estratégia, porém, não deve ter a pretensão de realizar uma exploração sensacionalista de uma situação-problema; “ao contrário, procura-se trabalhar com conhecimentos científicos e tecnológicos que possam contribuir para sua compreensão”. Para isso, os professores deverão ser induzidos a elaborar materiais didáticos pertinentes a sua realidade escolar (BRASIL, 2006, p. 63).

Vários materiais didáticos de ensino de ciências, que apresentam o conteúdo científico a partir de temas sociocientíficos, foram produzidos em diversos países, como por exemplo, o *Chemical Education for Public Understanding*, nos Estados Unidos.

Entre os diversos materiais didáticos brasileiros de ensino de Ciências com o enfoque CTS, têm destaque as publicações dos anos 1990, do Grupo de Pesquisa em Educação Química da Universidade de São Paulo (GEPEQ), que têm, entre seus objetivos, contribuir para que o ensino de Química favoreça a formação de cidadãos mais conscientes.

Uma outra obra, com grande destaque no ensino de Química e que abarca princípios do enfoque CTS, é o livro *Química & Sociedade* (2005), que faz parte de um projeto brasileiro para o ensino de Química por meio de temas CTS: Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS).¹⁵

O PEQUIS, desenvolvido no Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química (LPEQ), do Instituto de Química da Universidade de Brasília (UNB), tem, como um de seus objetivos, a produção de material didático para o Ensino Médio de Química. O projeto teve sua origem no final do segundo semestre de 1996, após um curso de aperfeiçoamento para professores de Química ministrado pelos atuais coordenadores do grupo, quando foi proposta aos professores a continuidade dos encontros, com vista à constituição de grupo de

¹⁴ A substância se espalhou pelo ar e criou tumulto com torcedores e jogadores. O gás de pimenta é uma mistura química que causa dor e irritação em contato com as mucosas (vias respiratórias, pele e olhos) produzindo uma reação inflamatória. Contém em sua formulação óleo-resina de capsicum e um solvente (geralmente um álcool como, por exemplo, o etanol ou o isopropanol). As controvérsias sobre o uso do spray resultam do pouco conhecimento sobre o efeito desta substância a longo prazo.

¹⁵ O livro *Química & Sociedade* (2005), consta nas referências desta tese e foi elaborada por oito autores, sendo coordenadores os professores Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól.

pesquisa com o objetivo de elaborar livros didáticos (SANTOS et al., 2004, p. 11).

Entre as inovações do livro, segundo autores da obra, está o enfoque na discussão de temas sociocientíficos, possibilitando a abordagem mais ampla de temas CTS. Para os autores, o livro tem sido adotado por professores que buscam um ensino de Química voltado para a cidadania, incluindo atividades experimentais para que os alunos consigam estabelecer analogias e relações entre fatos observados e modelos científicos abordados, além de uma série de textos que, por meio de reflexões, permitem que os estudantes possam construir o conhecimento químico.

Na elaboração do material didático *Química & Sociedade*, os autores objetivaram desenvolver um modelo curricular para superar a dificuldade enfrentada pelos professores em aplicar um ensino que envolva, ao mesmo tempo, conteúdo específico de Química e temas CTS, integrando assim, a estrutura curricular temática de CTS aos currículos convencionais de Química adotados nas escolas (SANTOS et al., 2009).

Diante do cenário desastroso em que se encontra a educação no Brasil, no qual pouca coisa muda, tornam-se alentadoras a apresentação e implementação de propostas que convergem para o mesmo objetivo que é a construção de um ensino de Ciências comprometido com a formação de estudantes capazes de posicionarem-se diante das controvérsias da ciência e da tecnologia. Apesar destas propostas ainda não terem destaque na aplicação em sala de aula, são os primeiros passos na tentativa de sair da inércia e da mesmice observada no cotidiano das escolas brasileiras, características de uma educação que parece sempre cumprir um caminho rotineiro que não chega a porto nenhum.

2.4 O enfoque CTS no contexto do Enem

2.4.1 Um breve histórico e aspectos legais do Enem

No Brasil, as avaliações de larga escala estão norteadas pela LDB de 1996 e pelos PCN. Segundo Pinto e Pacheco (2014, p. 79), estes documentos direcionam a educação brasileira, distinguem-se pela preparação para a vida

social e política, pela formação de sujeitos capazes de problematizar sua realidade e ter um olhar crítico e reflexivo sobre a sociedade. De acordo com os documentos, a educação deve estar atrelada não só à formação específica, por meio de conteúdos e dados cristalizados, mas também contribuir para o desenvolvimento de sujeitos críticos, imbuídos de uma dada responsabilidade social.

Uma das avaliações de larga escala aplicada no Brasil é o Enem, que foi instituído com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da Educação Básica, para aferir desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2011; BRASIL, 2002b, p.7).

A primeira edição do Enem aconteceu após a promulgação da LDB de 1996, simultaneamente à instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), em 1998. Assim, a criação foi associada a uma política de reforma e ampliação do Ensino Médio. “Afinada com o texto das DCNEM, a concepção do exame incorporava uma proposta de avaliação de habilidades e competências” (BRASIL, 2010a, p. 4).

A LDB permitiu a presença de novos eventos na educação brasileira, como uma nova organização curricular para o Ensino Médio e a criação do Enem (BRASIL, 2002b, p.1; BROIETTI; SANTIN FILHO; PASSOS, 2014, p. 237).

O Exame tem como referência a LDB, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a Reforma do Ensino Médio, os textos que sustentam sua organização curricular em áreas de Conhecimento e, ainda, as Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB. Em 2009, novas Matrizes de Referência foram estruturadas, com base na Matriz de Habilidades e Competências do Exame Nacional de Certificação de Competências de Jovens e Adultos para o Ensino Médio (ENCCEJA) e em um conjunto de objetos de conhecimento a elas associados, além de competências expressas na Matriz de Referência para Redação. (BRASIL 2015, p. 61).

Com exceção de algumas mudanças na matriz de referências, no ano de 2000, o Enem manteve suas características originais até março de 2009. Naquela ocasião, o Ministério da Educação (MEC) apresentou uma proposta de reformulação, objetivando, especialmente, “democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de Ensino Superior, possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do Ensino Médio” (BRASIL,

2010a, p. 4; MARCELINO; RECENA, 2012, p. 150). As alterações introduzidas na aplicação do Enem ainda persistem atualmente, e este processo ficou conhecido como “novo Enem”.

Foram introduzidas, também, as seguintes alterações realizadas no novo Enem: o exame que era constituído de uma redação e 63 questões objetivas realizadas em um único dia, a partir de 2009 passou a ter uma redação e 180 questões objetivas divididas em quatro áreas de conhecimento e aplicado em dois dias seguidos; as línguas estrangeiras inglês e espanhol, foram incluídas na avaliação (BRASIL, 2011).

Outra novidade do novo Enem consiste na utilização da Teoria de Resposta ao Item (TRI) como metodologia de análise psicométrica dos itens. Assim, o Enem seria corrigido pela TRI, utilizando, na avaliação, questões de um banco de itens anteriormente testados. Além de comportar a “comparabilidade dos resultados de desempenho ano a ano, a TRI confere menos vulnerabilidade à nota dos participantes, consideradas as especificidades das diferentes edições da prova” (BRASIL, 2010a, p. 5).

No novo processo, foi publicada a Matriz de Referência do Enem que apontou uma reformulação, dando maior clareza às habilidades avaliadas. O Enem se constituiu como o norteador do currículo do Ensino Médio e passou a ocupar o espaço dos vestibulares, que serviam de referência para as escolas (PINTO; PACHECO, 2014, p. 77).

As Matrizes de Referência são os documentos que servem de base à elaboração dos itens (ou questões) que compõem as provas, sendo o item¹⁶ a unidade básica do instrumento de medida (BRASIL, 2010b, 2011).

Costa-Beber e Maldaner (2015, p. 48) e Fernandes e Marques (2012, p. 512) destacam que o termo eixos cognitivos substituiu a expressão competência nos documentos oficiais, uma vez que o que representavam as cinco competências nos documentos do Enem, antes de 2009, passou a ser denominado de eixos cognitivos, comuns a todas as áreas, depois da reestruturação do novo Enem.

¹⁶ O item consiste na unidade básica de um instrumento de coleta de dados, que pode ser uma prova, um questionário etc. Nos testes educacionais, item pode ser considerado sinônimo de questão, termo mais popular e utilizado com frequência nas escolas (BRASIL, 2010b, p. 6).

Os eixos cognitivos (BRASIL, 2010a, p. 6), comuns a todas as áreas de conhecimento são:

I. Dominar linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.

II. Compreender fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

III. Enfrentar situações-problema (SP): selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV. Construir argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V. Elaborar propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Fernandes e Marques (2012, p. 512) comentam que, mesmo que se evidencie uma variação nas competências do Enem, após sua redefinição nos textos sobre os eixos teóricos metodológicos que estruturam o Enem de 2005 e de 2009, a definição do que são as competências continua a mesma nos documentos após a reformulação. Portanto, competências significa de modo geral “a capacidade dos sujeitos em levantar todas as possibilidades para resolver um determinado problema, combinar possibilidades, explorar aspectos argumentativos, analíticos e interpretativos a diferentes conteúdos”.

O novo Enem está estruturado a partir das orientações curriculares para o Ensino Médio de uma matriz de habilidades e competências (BRASIL, 2010a, p. 4) que, de acordo com seu documento básico (BRASIL, 2002b), podem assim ser definidas:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas

que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências. (BRASIL, 2002b, p. 11).

A concepção de competência, segundo Fernandes e Marques (2012, p. 512), surge no cenário educacional brasileiro a partir de documentos destinados à reforma da Educação Básica, principalmente nos PCNEM e conseqüentemente, no Enem, uma vez que este exame se caracteriza como provável catalisador das reformas oficiais educacionais. Igualmente, nos documentos oficiais e do Enem, encontra-se o conceito de habilidade vinculada às competências, isto é, a análise de “competência demanda o desenvolvimento de habilidades, estando estas noções atreladas umas às outras”.

Em sua tese de doutorado, Ricardo (2005), além de destacar que o conceito de competências é polissêmico, tanto na literatura educacional brasileira como na compreensão dos autores dos PCNEM, afirma, ainda, que se observa o caráter transitório dessa noção.

Algumas reflexões são apresentadas por Antunes (2001, p. 20-21) do porquê de se ensinar utilizando habilidades. Para o autor, alguns conhecimentos evoluíram, porém, alguns conteúdos ensinados em sala de aula estão desatualizados. Além disso, em qualquer atividade humana, utilizamos mais as nossas habilidades. Por exemplo: um conteúdo nos fornece a receita de um prato, mas não podemos prepará-la se não tivermos habilidades. Portanto, a escola que se recusa a treinar as habilidades certamente se transformará em mera agência de informações, útil apenas para animais, que se limitam a repetir o que lhes é ensinado.

Antunes (2001, p. 21,23) comenta que, para Piaget, o caminho da aprendizagem tem início com uma dificuldade (situação-problema) e a necessidade de solucioná-la desencadeia uma série de operações mentais. Nesse trajeto, é essencial que o professor aja como um desestabilizador de soluções simplistas: compete-lhe desafiar o aluno, propor novos problemas a cada solução trazida, despertar dúvidas. Esse papel não combina com o caráter conteudista da aula. Assim, a ação pedagógica do professor precisa provocar, interagir, discutir, criticar, analisar, enfim trabalhar habilidades operatórias, ou seja, deixar de pensar no conteúdo pelo conteúdo e fazer dele um instrumento

que permita ao aluno treinar ações, expressas por verbos contextualizados neste conteúdo.

Esses verbos de ação são as habilidades operatórias, definidas como a capacidade cognitiva ou apreciativa específica que possibilita a compreensão e a intervenção do indivíduo nos fenômenos sociais e culturais. Em uma visão mais avançada, o conteúdo é o objeto e as habilidades operatórias, “a ferramenta” para trabalhá-lo gerando a desestabilização. A simples explanação de um conteúdo representa o fim do problema; o uso de habilidades em sua análise instiga a inteligência e a aprendizagem significativa (ANTUNES, 2001, p. 21-23).

2.4.2 Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem

A partir de 2009, o novo Enem passa a ser estruturado por quatro matrizes, uma para cada área de conhecimento: 1) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (incluindo redação); 2) Ciências Humanas e suas Tecnologias; 3) Ciências da Natureza e suas Tecnologias; 4) Matemática e suas Tecnologias.

As áreas de conhecimentos foram divididas em competências, e estas competências subdivididas em habilidades, que foram especificamente delineadas (BRASIL, 2011). “Essa estrutura pretende reafirmar a configuração de um exame pautado pelas DCNEM e dos estudos praticados nas escolas” (BRASIL, 2010a, p. 4).

A estrutura apresentada pelo novo Enem está esquematicamente mostrada na Figura 8.

Figura 8 - Estrutura do novo Enem



Fonte: O autor.

É dentro dessa nova forma que o exame propõe que se fundamenta a construção dos itens de respostas. A avaliação de Ciências da Natureza e suas Tecnologias envolve questões de três disciplinas escolares desta área de conhecimento: Biologia, Física e Química, oportunizando a utilização de temas capazes de abordar conhecimentos destas disciplinas em uma mesma questão, como, por exemplo, o tema energia, presente nas três áreas científicas. As provas são compostas por 45 questões objetivas, sendo utilizadas quatro tipos de provas de cores distintas que se diferenciam pelo arranjo das questões, ou seja, as provas de cada área possuem os mesmos itens, em diferentes posições (BRASIL, 2011).

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, observam-se referências sobre a possibilidade do enfoque CTS permitir discussão de vínculo entre os polos que a sigla representa e a importância de aspectos tecnocientíficos em eventos sociais relevantes. Compreende, também, reflexões no campo econômico e sua associação com o desenvolvimento científico e tecnológico. “É uma perspectiva

baseada em argumentos para a promoção da alfabetização científica entre a população em geral” (BRASIL, 2006, p. 62-63). Esta expectativa de relação será o objeto da próxima seção.

Assim, os conhecimentos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias necessitam de um desenvolvimento contextualizado e interdisciplinar, envolvendo situações concretas da vida dos educandos para que possam lidar com as várias tecnologias de uso frequente que o desenvolvimento científico pode ter proporcionado, avaliando os benefícios e malefícios para a sociedade. Para isso, as disciplinas desta área devem ser trabalhadas de forma integrada, do mesmo modo como se apresentam os fenômenos naturais e as questões sociais.

2.4.3 Associações CTS no Enem

Com base na LDB (BRASIL, 1996), foram estabelecidas as DCNEM. Como já foi visto neste estudo, a partir destas diretrizes foram desenvolvidas as bases teóricas para o Enem que não anuncia explicitamente o enfoque CTS, porém em documentos do Inep é mencionado que “o objetivo do Enem é o de aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania” (BRASIL, 2010a, p. 4).

No relatório pedagógico do Enem (RP-Enem), observa-se que:

As competências gerais que são avaliadas no Enem estão estruturadas com base nas competências descritas nas operações formais da teoria de Piaget, tais como: a capacidade de considerar todas as possibilidades para resolver um problema; a capacidade de formular hipóteses; de combinar todas as possibilidades e separar variáveis para testar influência de diferentes fatores; o uso do raciocínio hipotético-dedutivo, da interpretação, análise, comparação e argumentação, e a generalização dessas operações a diversos conteúdos. (BRASIL, 2007, p. 30).

O documento prossegue informando sobre a essência deste exame, que foi desenvolvido baseado nessas concepções, objetivando avaliar para certificar competências que asseguram um saber constituinte, um saber que pode ser exercido, ou seja,

as possibilidades e habilidades cognitivas por meio das quais as pessoas conseguem se expressar simbolicamente, compreender fenômenos, enfrentar e resolver problemas, argumentar e elaborar propostas em favor de sua luta por uma sobrevivência mais justa e digna, enfim, sejam pessoas capazes de se expressar de forma cidadã na luta diária pela sobrevivência e superação dos desafios que a vida impõe a cada um de nós, cotidianamente. (BRASIL, 2007, p. 30).

O modelo de avaliação do Enem foi desenvolvido com evidência na avaliação das estruturas mentais, com as quais se constrói continuamente o conhecimento e não somente na memória que, apesar de ser fundamental na constituição de nossas estruturas mentais, não é suficiente para que possamos entender o mundo atual, “tal é a velocidade das mudanças sociais, econômicas, tecnológicas e do próprio acervo de novos conhecimentos, com os quais convivemos diariamente e que invadem todas as estruturas da escola” (BRASIL, 2002b, p. 10).

O Enem permite que o candidato possa demonstrar sua autonomia de julgamento e de ação, atitudes, valores e procedimentos diante de situações-problema, que tenham o máximo de aproximação das condições vividas no âmbito social, de trabalho individual e coletivo (BRASIL, 2002c, p. 18). Estas, são ações que fazem parte do contexto do enfoque CTS.

A mobilização de conhecimentos requerida pelo exame manifesta-se por meio da estrutura de competências e habilidades do participante que o possibilita ler (perceber) o mundo que o cerca, simbolicamente representado pelas situações-problema; interpretá-lo (decodificando-o, atribuindo-lhe sentido) e, sentindo-se “provocado”, agir, ainda que em pensamento (atribui valores, julga, escolhe, decide, entre outras operações mentais). (BRASIL, 2002c, p. 32).

A avaliação de conhecimento proposta pelo Enem, por meio de competências e habilidades, vai ao encontro dos pressupostos estabelecidos no enfoque CTS, que recomenda a reestruturação de conteúdos e procedimentos no ensino de Ciências. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 63), por exemplo, encontram-se sugestões de como o enfoque CTS pode colaborar para o desenvolvimento de competências, tais como, adotar atitudes críticas perante fatos sociais que tenham associações com os conhecimentos científicos e tecnológicos. Outra competência que pode ser

também construída é a de “tomada de decisões sobre temas relativos à ciência e à tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica”.

Por outro lado, Marcelino e Recena (2012, p. 148), investigando possíveis influências do novo Enem nos currículos educacionais de Química, inferem que a relevância dos “objetivos das competências é entender e aplicar conhecimentos procedimentais, enquanto que das habilidades é entender e lembrar conhecimentos conceituais”. Os autores concluem que:

O processo não privilegia a capacidade de criação, avaliação de conhecimentos e estruturas maiores, nem o conhecimento metacognitivo, implicando o desenvolvimento de indivíduos conformados com a realidade em que vivem e incapazes de alterá-la, contrariando o princípio de formação para cidadania que tanto defende. (MARCELINO; RECENA, 2012, p. 174).

Costa-Beber e Maldaner (2015) alertam que não se deve creditar à educação escolar apenas o papel preparatório para as provas de ingresso no Ensino Superior. Entretanto, deve-se considerar que as características dos processos seletivos podem influenciar o currículo escolar, o que constitui uma forma de induzir mudanças que podem melhorar ou não a qualidade do ensino. Assim, o novo Enem, ao fundamentar-se nos princípios organizativos da contextualização, da interdisciplinaridade e dos eixos cognitivos, procura induzir progressos educacionais ao preparar novas gerações dentro de pressupostos sugeridos por pesquisas educacionais modernas, uma vez que se trata de uma avaliação vinculada a competências e eixos cognitivos, conceitos mais abrangentes da inteligência humana.

Pinheiro, Silveira e Bazo (2007, p. 18) entendem, portanto, que os objetivos recomendados na LDB e apresentados nos PCNEM, que são as bases do Enem, encontram aplicações no enfoque CTS, já que do modo “como a proposta para o Ensino Médio foi estabelecida, percebe-se a relevância em aproximar o aluno da interação com a ciência, com a tecnologia e com todas as dimensões da sociedade”.

A exposição realizada nesta seção mostra que as competências e habilidades que devem ser avaliadas pelo Enem são essenciais ao exercício da cidadania. O estabelecimento deste modelo foi no sentido de efetuar uma verificação de como o aluno consegue, com os conhecimentos construídos na

Educação Básica, entender o mundo em que vive, o acelerado avanço científico e tecnológico atual e as consequências sociais deste desenvolvimento, aproximando, assim, os objetivos do Enem aos princípios que compõem o enfoque CTS.

2.4.4 Processo de elaboração das questões

A construção da parte objetiva da prova do Enem é uma ação que se reveste do caráter inovador do exame, uma vez que as questões que constituem a prova se estabelecem em torno de situações-problema, com características interdisciplinares e de contextualização. Além disso, “os conteúdos não são solicitados para avaliar apenas a sua retenção, mas para medir como são utilizados a serviço da solução de problemas com as características mencionadas” (BRASIL, 2002c, p. 63).

O Inep necessita do BNI para que tenha uma quantidade expressiva de itens com comprovada qualidade técnica pedagógica e psicométrica (BRASIL, 2010b, p. 4). Assim, o Inep realiza chamadas públicas com o objetivo de convocar interessados em elaborar e revisar itens para a composição de provas de avaliações. Tem-se, como intenção, também, aumentar a participação da comunidade acadêmica do Brasil nos processos de avaliação educacional desenvolvidos pelo Inep (BRASIL, 2011).

A manutenção do BNI depende da entrada constante de itens de qualidade. Para tanto, educadores e pesquisadores da educação brasileira são chamados a colaborar nessa construção, elaborando itens que possam fazer parte desse banco. Em atividades dessa natureza, a experiência docente é de fundamental importância para que se possam elaborar itens em consonância com o contexto educacional. (BRASIL, 2010b, p. 4).

Os elaboradores de itens do Enem são profissionais no exercício de suas atividades, não dispendo de tempo integral de dedicação para a elaboração. A condição de envolver profissionais das áreas de educação e de outras áreas do conhecimento é uma exigência da Coordenação Geral do exame, “para garantir que a equipe de trabalho esteja no ‘estado da arte’ em relação à situação da escola brasileira, das reformas propostas pelo MEC e das novas tendências da educação” (BRASIL, 2002c, p. 64).

A elaboração de itens de múltipla escolha solicita do elaborador um domínio da área de conhecimento a ser avaliada e dos procedimentos técnicos que envolvem a construção de itens que devem ser estruturados de modo que contemplem somente uma habilidade da matriz de referência. É necessário que ocorra “a coerência e a coesão entre suas partes (texto-base, enunciado e alternativas), de modo que haja uma articulação entre elas e se explicita uma única situação problema e uma abordagem homogênea de conteúdo” (BRASIL, 2010b, p. 7-8).

Para se tornar um elaborador de itens para o Enem, além do perfil necessário próprio de um construtor de questões, o professor geralmente se capacita por meio de uma oficina organizada pelo Inep.

No processo de elaboração estrutural do item, o elaborador deve: inicialmente, selecionar uma habilidade; construir o texto-base que compõe a solução-problema, a partir de fontes primárias; elaborar o enunciado; construir as alternativas, o gabarito e os distratores; e apresentar a justificativa. Neste processo, o elaborador deve considerar o tempo médio de três minutos para resolução de cada item (BRASIL, 2010b, p. 7-11). As etapas para a elaboração de itens são apresentadas no Anexo A.

O item avalia determinada habilidade, a qual é traduzida na descrição construída para ele, com foco em três elementos: 1) A operação cognitiva que se refere às ações requeridas ao respondente para que ele resolva a situação-problema proposta. 2) O objeto do conhecimento que se refere aos conhecimentos escolares solicitados ou mobilizados no item para que o respondente execute a operação cognitiva visando a sua resolução. 3) O contexto a que se refere a situação para a qual o item transporta o respondente (BRASIL, 2015, p. 81).

Após a elaboração dos itens, segue-se um conjunto de critérios técnico-pedagógicos. Em seguida, esses itens são aplicados em uma amostra de estudantes (pré-teste). “Baseando-se nas respostas desses estudantes, desenvolve-se uma série de análises estatísticas e psicométricas para confirmar a qualidade dos itens” (BRASIL, 2014, p. 31).

Alguns autores e educadores questionam exames como o Enem. Para Vianna (2003, p. 42), o Enem não é um assunto pacífico, havendo contestações solidamente fundamentadas que apresentam dúvidas quanto ao conceito e à

natureza dessas competências e habilidades. São dúvidas não necessariamente acadêmicas e que precisariam ser dirimidas.

Partindo do “princípio de que somente se pode avaliar aquilo que foi desenvolvido, efetivamente, e que não se avalia em abstrato, mas considerando a problemática em que se situa os avaliados”, Vianna (2003, p. 11) faz algumas indagações sobre avaliações como o Enem.

O autor indaga se o sistema educacional brasileiro é orientado para o desenvolvimento de competências e se são desenvolvidas competências e habilidades de forma sistemática, e faz uma outra pergunta: “se competências e habilidades foram promovidas, houve, efetivamente, preparo adequado dos educadores em relação a esse complexo e controvertido assunto? ” Questiona, ainda, quanto a atitudes, interesses e valores (VIANNA, 2003, p. 11), e afirma que avaliações como o Enem podem proporcionar problemas, se

abrangem regiões com grande amplitude de variação nas suas condições sociais, econômicas e culturais, face à ocorrência de possíveis comparações destituídas de sentido e a generalizações comprometidas, tendo em vista as diversidades apontadas que deveriam ser levadas em consideração na constituição de escores compostos com valores agregados, que traduziram a maior ou menor influência da escola no desempenho educacional dos estudantes avaliados. (VIANNA, 2003, p. 18).

Nesta seção, ficou evidente a presença de uma sólida coerência em documentos oficiais que vão desde a Constituição Federal até as diretrizes que norteiam o Enem em favor da formação para a cidadania, que é um conceito amplo e é abrigado no ensino de Ciências com enfoque CTS, embora fique claro também que os elaboradores de itens para o Enem, provavelmente, não tiveram uma formação acadêmica em consonância com esse tipo de educação. Assim, mesmo que alguns desses elaboradores se posicionem favoráveis no sentido de uma formação crítica, esta não é uma equação de simples resolução.

Finalmente, a literatura científica consultada para dar o embasamento teórico para esta tese apontou que os documentos que norteiam todo o processo do novo Enem são coerentes quanto ao aspecto de formação cidadã. Portanto, do ponto de vista oficial, este processo possui fortes argumentos para se supor que, amparado nos potenciais existentes nas competências e habilidades que

trazem implícita e explicitamente elementos dos princípios do enfoque CTS, é possível avaliar os estudantes dentro de uma educação para a cidadania.

Embora a literatura utilizada também aponte dificuldades de uma avaliação de conhecimentos científicos, afetivos e atitudinais relacionados às questões sociais, espera-se que de alguma modo as dificuldades sejam superadas, pois, no mundo tecnológico atual, não se pode mais conviver com um tipo de educação em que o objetivo seja apenas o de se apropriar de um conhecimento, sem visar à formação de pessoas melhores e que não prepare para a vida que, portanto, não pode ser tomada como uma formação cidadã, como previsto na Constituição da República Federativa do Brasil e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996.

3 METODOLOGIA

Muitas são as vertentes possíveis em uma pesquisa, por isso é relevante citar quais serão utilizadas para alcançar os objetivos propostos neste trabalho. Nesta seção, apresento a descrição dos procedimentos metodológicos, trazendo os correspondentes referenciais de apoio que conduziram esta pesquisa.

Segundo Gil (2010), um estudo caracteriza-se pelos critérios fins e meios. Quanto aos fins, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, exploratória, descritiva, teórica aplicada e se apoia em dados empíricos. Quanto aos meios, é uma pesquisa de campo, documental e bibliográfica.

De acordo com Bogdan e Biklen (2013), a modalidade de pesquisa qualitativa, na educação, caracteriza-se mais pelo processo do que pelo produto dos resultados obtidos. Para Oliveira (2004, p. 117), é um tipo de pesquisa que pode descrever a complexidade de um problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos experimentados por grupos sociais e apresentar contribuições no processo de mudança.

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o indivíduo, fazendo parte dela a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é peça-chave (SILVA; MENEZES, 2001, p. 20). Deste modo, esta pesquisa é qualitativa, pois o pesquisador participou para compreender e interpretar os dados coletados na pesquisa, a partir dos professores entrevistados, além de realizar a análise de documentos.

Conforme Teixeira (2012, p. 12), a pesquisa qualitativa apresenta as seguintes características: a) o pesquisador observa os fatos sob a ótica de alguém interno à organização; b) a pesquisa busca uma profunda compreensão do contexto da situação; c) a pesquisa enfatiza o processo dos acontecimentos, ou seja, a sequência dos fatos ao longo do tempo; d) o enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início, conferindo à pesquisa mais flexibilidade; e) a pesquisa geralmente emprega mais de uma fonte de dados.

É evidente, portanto, que a vivência e o conhecimento do pesquisador são essenciais para a análise e a interpretação dos resultados e, de fato, a minha

experiência na área de educação em Química não apenas me estimulou para o desenvolvimento deste estudo como também favoreceu a análise.

De acordo com Barros e Lehfeld (2007, p. 84), este estudo é uma pesquisa de campo “devido ao contato direto com o fenômeno estudado”. A pesquisa também é documental e bibliográfica, pois analisou documentos públicos presentes nos sites oficiais, como a matriz de referência, as provas do Enem e o Relatório Pedagógico do Inep.

A obtenção das informações solicitou a utilização de, pelo menos, três técnicas de coleta de dados: observação, entrevista e documentação. Para Ludke e André (1986, p. 26), a observação, que ocupa um lugar privilegiado na pesquisa educacional, permite um contato pessoal com a aproximação entre o pesquisador e o fenômeno investigado. Sendo a vivência direta o mais indicado teste de verificação da ocorrência de um fato, “o pesquisador pode recorrer aos conhecimentos e experiências pessoais como auxiliares no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado”.

Segundo Ludke e André, a observação permite que o pesquisador se aproxime da perspectiva dos sujeitos, que é fundamental em estudos qualitativos.

Na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências diárias dos sujeitos, pode apreender a sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que o cerca e às suas próprias ações. (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 26).

No processo de análise, não é possível avaliar as informações tal como elas se apresentam. Assim foi necessário organizá-las, classificá-las e interpretá-las dentro de um contexto amplo para distinguir o fundamental do desnecessário, como sugere Triviños (1987, p.170).

Esta investigação valeu-se da análise documental para a seleção e organização das informações. Para a análise dos dados extraídos das questões de Química, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), uma vez que se trata de um método apropriado para entrevistas e “corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.7) que, segundo Moraes (2003, p. 192), é um processo auto-organizado que tem se mostrado adequado “nos estudos em que as abordagens de análise solicitam encaminhamentos que se localizam entre

soluções propostas pela análise de conteúdo e análise do discurso”. Como referência para análise das questões associadas ao ensino de Química, foi utilizada a prova de cor azul do Enem.^{17,18}

Na ATD, o pesquisador parte da análise do material empírico para a abstração teórica, com interpretação e construção de argumentos, a partir de estabelecimento de categorias não excludentes entre si, proporcionando uma visão mais abrangente sobre a pesquisa.

A escolha dessa ferramenta de análise é justificada pelas características do método que criam espaços para o surgimento de novas informações, facilitam a análise do material empírico e pela afirmação de Moraes (2003, p 191), ao ressaltar que os estudos qualitativos utilizam cada vez mais análises textuais, seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações.

Para identificar as C&H do Enem, associadas aos pressupostos do enfoque CTS e ao ensino de Química, foi utilizado o método comparativo que Bulgacov (1998, p. 56) define como “comparação sistemática de grupos específicos de organizações com a finalidade de estabelecer relações entre suas variáveis ou categorias analíticas”. São comparáveis objetos, fatos, processos ou fenômenos que tenham propriedades gerais semelhantes. Os resultados desejados da comparação são a generalização e a individualização.

Como auxiliar destas análises, serão utilizadas as considerações, evidenciadas em discursos de professores da UFPA que são elaboradores de questões de Química para o Enem e que foram entrevistados objetivando responder questionamentos sobre a concepção de docentes sobre o enfoque CTS, sobre o ensino de Química e sobre o Enem.¹⁹

¹⁷ A prova (ou caderno) de cor azul foi adotada como referência para análise das questões do novo Enem, pelo fato de que no site do Inep, só estão disponíveis as provas de cor azul, referentes aos anos de 2009 e 2010. A partir do ano de 2011, as provas de todas as cores utilizadas no Enem estão disponíveis.

¹⁸ Na aplicação do exame são utilizadas várias cores: amarelo, azul, rosa e branco, no sábado, e amarelo, azul, rosa e cinza no domingo. Não existe diferença no conteúdo de uma prova para a outra. As questões de todos os cadernos são idênticas, o que existe é uma alteração na ordem das questões. Assim, a escolha da prova de cor azul como referência para as análises deste estudo não provocará qualquer interferência nos resultados.

¹⁹ As entrevistas com os professores elaboradores foram realizadas com o objetivo de auxiliar nas análises dos resultados desta tese e para a construção de um artigo submetido à seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola (QNEsc), que aborda especificamente as concepções dos professores de Química da UFPA que são elaboradores de itens para o Enem.

3.1 Participantes das entrevistas

Com o objetivo de fornecer elementos para a compreensão da análise e de considerações desenvolvidas nesta tese, utilizei considerações de docentes da UFPA que se tornaram elaboradores de questões de Química para o Enem. É importante ressaltar que as questões associadas ao ensino de Química analisadas nesta tese, provavelmente, não foram elaboradas por estes professores entrevistados.²⁰

A população amostral deste levantamento compreendeu todos os professores que são elaboradores de itens do Enem e que lecionam na Faculdade de Química da UFPA que, atendendo, espontaneamente, a uma chamada de um edital do Inep, tornaram-se elaboradores de itens por opção.

O grupo é constituído por oito professores, sendo sete do sexo masculino e uma do sexo feminino. A idade dos entrevistados varia de 46 a 61 anos, sendo a média de 52 anos de idade. O tempo de magistério, envolvendo Educação Básica e Educação Superior, varia de 22 a 31 anos, com média de 26 anos de experiência no magistério. Três professores são graduados em licenciatura e cinco são bacharéis (Química Industrial e Engenharia Química). Dois professores possuem o título de mestre e seis possuem o título de doutor. Sete docentes são naturais do Estado do Pará e um professor é natural do Estado de São Paulo.

A construção do perfil dos sujeitos pesquisados é fundamental para se entender as respostas e certas atitudes procedimentais. O perfil e o currículo dos professores investigados apontam para a composição de um grupo homogêneo de docentes que desenvolvem suas atividades acadêmicas de ensino, ministrando disciplinas de conhecimentos científicos de Química e que se dedicaram a realizar pesquisas nas diversas áreas da Química Teórica (Química Analítica, Química Orgânica, Química Inorgânica e Físico-química). Também é essencial considerar o currículo oculto destes docentes que, de modo implícito, concorrem para a aprendizagem de conhecimentos sociais importantes.

²⁰ Por ser uma ação relativamente recente, com pequena produção, além de ter ocorrido em um breve espaço de tempo, creio que é pouco provável que as questões produzidas pelo grupo de professores entrevistados estejam incluídas entre os itens analisados nesta tese.

Nenhum dos professores teve contato, na sua formação formal²¹, inicial e continuada, com os pressupostos teóricos do enfoque CTS. Um professor já orientou uma dissertação de mestrado, envolvendo o enfoque CTS²². Só recentemente, um professor do grupo investigado começou a desenvolver pesquisa na área de ensino de Química e ministrar atividades de ensino relacionadas às práticas docentes, estando, ainda, no início dessa transição.

3.1.1 Instrumento de coleta de dados e técnicas da pesquisa

Alguns dos questionamentos encontrados ao longo da construção da fundamentação teórica se constituíram em objeto de reflexão na entrevista semiestruturada gravada com os professores elaboradores. Após o “estudo exploratório inicial”, comecei a construção de um instrumento para coleta de dados. Tratando-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, o instrumento foi constituído na perspectiva de uma entrevista semiestruturada.

A entrevista semiestruturada é conhecida como semidiretiva ou semiaberta e têm como uma das suas características o emprego de um roteiro previamente elaborado. Segundo Barros e Lehfeld (2007), a entrevista é uma técnica que permite o relacionamento estreito entre entrevistado e entrevistador, proporcionando a obtenção de dados importantes e mais precisos sobre o objeto de estudo.

Para Triviños (1987, p. 146), a entrevista semiestruturada “ao mesmo tempo que valoriza a presença do investigador, oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação”. Assim, o entrevistado, seguindo espontaneamente a linha de seu pensamento e de suas experiências, começa a participar da investigação. O autor (1987, p. 169) alerta que o pesquisador não deve tentar corrigir as respostas e nem completar as opiniões do sujeito, mas deve rapidamente solicitar esclarecimento frente a respostas ambíguas.

A coleta de dados/informações foi realizada no local onde cada professor desenvolve o seu trabalho, nas dependências da Faculdade de Química da UFPA, nos meses de novembro e dezembro de 2015, utilizando-se para esta

²¹ Formação com ensino-aprendizagem enquadrado pela estrutura educativa graduada, hierarquizada.

²² A consulta aos currículos lattes dos entrevistados foi autorizada durante a gravação das entrevistas.

finalidade a gravação em áudio de entrevistas semiestruturadas e, em seguida, a transcrição destas entrevistas. A minha própria vivência também foi utilizada para extrair considerações a partir de observações realizadas no meu cotidiano como professor da Faculdade de Química.

O meu envolvimento no processo de elaboração de itens do Enem e a minha atuação como professor da FAQUI, desenvolvendo diversas atividades na área do ensino, da pesquisa e da administração desde 1992, convivendo diariamente com os sujeitos investigados, permitiu que eu adquirisse a confiança necessária para a aplicação de entrevistas relativamente longas com os professores elaboradores.

Para a realização das entrevistas semiestruturadas, organizei um roteiro de entrevista constituído em quatro eixos²³. O primeiro eixo teve o objetivo de construir o perfil acadêmico do grupo de docentes investigados; o segundo, objetivou conhecer a concepção sobre o enfoque CTS apreendido pelos entrevistados; o terceiro teve por finalidade compreender a visão que os professores detêm sobre o ensino de Química e sua importância na formação de cidadãos; e o quarto se destinou para coletar informações sobre a compreensão que eles possuem do Enem e sua posição frente a este processo, além de verificar o *modus operandi*²⁴ no processo de elaboração de questões para o Enem, abarcando ou não o enfoque CTS (Apêndice A).

Antes da primeira entrevista, realizei uma amostra pré-teste para avaliar o protocolo de administração de contato. O pré-teste foi realizado com um professor de Física da UFPA.

O referido docente foi escolhido para a realização do teste do roteiro da entrevista por quatro motivos: 1) a idade do professor é próxima da faixa etária dos sujeitos entrevistados; 2) o tempo que ele atua no magistério se aproxima do tempo médio de docência dos professores elaboradores investigados; 3) o professor entrevistado no pré-teste não é elaborador de itens do Enem, porém

²³ A distribuição das questões nas categorias (eixos) estabelecidas nesta pesquisa não são excludentes entre si. Assim, algumas questões podem pertencer a vários eixos sem prejuízos para a análise da pesquisa; pelo contrário, isto vai facilitar no momento de triangulação de dados e na realização das inferências que toda investigação acadêmica por natureza exige.

²⁴ *Modus operandi* é uma expressão em latim que significa "modo de operação". Utilizada para designar uma maneira de agir ou executar uma atividade seguindo os mesmos procedimentos.

foi, por vários anos, elaborador de questões para os diversos processos seletivos da UFPA; 4) a Física é uma ciência muito próxima à Química, utilizando, na sua base teórica, os mesmos conceitos e fundamentos, além de mecanismos metodológicos semelhantes de ensino. A minha percepção é de que se esta pesquisa for realizada com o mesmo foco na Faculdade de Física, terá resultados semelhantes ou análogos.

Essas quatro condições indicam que o professor selecionado como amostra teste possui o perfil e a experiência necessários para ajudar no processo de autoavaliação da consistência do roteiro de entrevista pré-elaborado.

A entrevista-piloto revelou que havia a necessidade de dinamizar alguns questionamentos e, para isso, foi realizada a exclusão de algumas perguntas que levavam o entrevistado a recorrer em respostas semelhantes. Além disso, o fracionamento de outras questões tornou o roteiro mais apropriado para os objetivos desta tese.

Para a realização das entrevistas, todos os professores afirmaram ser mais conveniente que se desenvolvessem no próprio local onde praticam suas atividades na UFPA. Procurei deixar os entrevistados à vontade, em um clima descontraído, para que a entrevista se desenvolvesse de maneira informal, objetivando conseguir a confiança para extrair informações relevantes. Além de reafirmar que não haveria a identificação do entrevistado, assegurei que o tempo ficaria a dispor do entrevistado para encerrar quando houvesse necessidade e que ele dispunha do tempo que achasse necessário para responder cada uma das perguntas.

Antes do início da entrevista, expliquei para os professores o conteúdo e o objetivo da pesquisa, e esclareci como os resultados seriam utilizados. Em seguida, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue aos docentes, juntamente com um espelho do roteiro da entrevista, para que o entrevistado pudesse acompanhar a leitura de perguntas já pré-estabelecidas.

O TCLE continha informações sobre o tema e objetivo da pesquisa. Depois de assinado, o mesmo garante que os dados são verdadeiros, assegurando a identidade do entrevistado em completo anonimato, além do seu consentimento no que se refere a possíveis publicações sobre os resultados da pesquisa, os quais também poderão ser utilizados por outros pesquisadores a fim de contribuírem para uma evolução nas ações dos profissionais de educação.

Depois de ler o TCLE, os entrevistados procediam a assinatura do documento que autoriza a utilização das informações prestadas (Apêndice B).

Iniciada a entrevista, o próprio entrevistado se apresentava, verbalizando o nome completo e sua profissão, prevenindo, assim, o pesquisador e o programa de pós-graduação do IEMCI de eventuais discordâncias que possam ocorrer futuramente.²⁵

Para uma melhor interpretação das respostas, para simplificar a análise dos resultados e, principalmente, para melhor entendimento do entrevistado, algumas perguntas foram desmembradas, dando origem a outros questionamentos. Assim, nem todas as perguntas presentes no roteiro de entrevista eram aplicadas, uma vez que, em certos momentos da entrevista, a resposta verbalizada já contemplava determinadas perguntas subsequentes.

Devido ao meu envolvimento com o contexto pesquisado, procurei não induzir ou influenciar nas respostas aos questionamentos. No entanto, quando alguma pergunta originava dúvidas, esta era refeita com um novo argumento ou com outra abordagem, objetivando um melhor entendimento da questão.

Na investigação, os professores elaboradores do Enem são mencionados no gênero masculino, independentemente de serem do sexo masculino ou feminino, com o objetivo de não favorecer a identificação dos entrevistados que, como já foi informado, não terão seus nomes revelados nesta pesquisa. Porém, para descrição deste trabalho, serão identificados por P_n , onde P representa professor e n significa o número atribuído para sua identificação, como foi informado no TCLE.

Após a transcrição das gravações, os dados extraídos dos depoimentos dos referidos professores foram analisados e discutidos a partir do referencial teórico que consta neste trabalho e segundo os objetivos da pesquisa.

3.2. Instrumento de análise

De acordo com Moraes (2003, p. 191), a análise textual discursiva, ferramenta de análise utilizada nesta pesquisa, está organizada em torno de

²⁵ Os excertos utilizados nesta tese representam fielmente as respostas que os entrevistados manifestaram ao expressarem suas ideias por meio do discurso oral. Quanto a interpretação destas manifestações é de minha inteira responsabilidade.

quatro focos. Os três primeiros integram um ciclo, no qual se constituem como elementos principais:

- 1) desmontagem dos textos: também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.
- 2) estabelecimento de relações: processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.
- 3) captando o novo emergente: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo (MORAES, 2003, p. 191).

O terceiro foco do ciclo de análise consiste na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua avaliação. “O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores” (MORAES, 2003, p. 191).

Moraes (2003, p. 192) alerta que o texto continua focalizando o ciclo como um todo, originando o quarto foco em que o ciclo de análise delineado, embora “composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo constitui um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões”.

A ATD parte de um grupo de conjecturas em relação à leitura dos textos que analisamos. Os materiais avaliados compõem um conjunto de significantes. O pesquisador confere a eles significados sobre seus conhecimentos e teorias (MORAES, 2003, p.193). Para Calixto e Galiazzi (2015, p. 41), a ATD busca analisar qualitativamente as informações discursivas por meio da investigação do foco de estudo para compreendê-lo.

Os textos que compõem o corpus, conjunto de documentos da análise, podem ser produzidos especialmente para a pesquisa ou ser documentos já existentes. Assim,

no primeiro grupo integram-se transcrições de entrevistas, registros de observação, depoimentos produzidos por escrito, assim como anotações e diários diversos. O segundo grupo pode ser constituído de relatórios diversos, publicações de

variada natureza, tais como editoriais de jornais e revistas, resultados de avaliações, atas de diversos tipos, além de muitos outros. (MORAES, 2003, p.194).

Os documentos utilizados para a investigação das questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem, ajustam-se perfeitamente na descrição de Moraes, uma vez que, para esta análise, utilizei documentos já existentes e que se enquadram nos dois grupos citados pelo autor, como, por exemplo, o relatório pedagógico e os cadernos de provas.

De acordo com Moraes (2003, p. 202), à medida que as categorias estão definidas e explicadas descritivamente, a partir dos elementos que as compõem, inicia-se um processo de relações entre elas no sentido da construção da estrutura de um metatexto. Este constitui um conjunto de argumentos descritivo-interpretativos, capaz de expressar a compreensão atingida pelo pesquisador em relação ao fenômeno investigado.

Moraes e Galiuzzi (2006, p. 118) afirmam que “a ATD é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa: a análise de conteúdo e a análise de discurso”.

Santos e Dalto (2012) asseguram que as fronteiras entre a ATD e a Abordagem de Conteúdo se misturam em um amálgama analítico no qual processos recursivos são mobilizados na construção de categorias para elaboração de novas compreensões. Há quem diga que elas pouco se diferenciam. Contudo, enquanto na Análise de Conteúdo as categorias precisam ser excludentes, na ATD não existe esta necessidade. Ou seja, na Análise de Conteúdo, uma unidade de significado não pode estar em mais de uma categoria, enquanto que na ATD isso é permitido. Esse aspecto abre um leque de possibilidades para o pesquisador. Eis o motivo porque optei pela ATD.

3.3 Pesquisa documental

A análise documental, segundo Ludke e André (1986, p. 37-39), pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos em que os documentos constituem uma fonte ‘natural’, podendo ser extraídas evidências que fundamentem afirmações e declarações do pesquisador. Mascarenhas (2012, p. 49-50) avalia que a pesquisa documental é parecida com a

bibliográfica. A distinção está no tipo de fonte. Na bibliográfica, utilizam-se textos científicos que analisam o mesmo objeto de estudo. A documental faz uso de “fontes que não têm o objetivo de analisar o assunto em questão”, ou seja, de documentos que apenas registram informações sobre o tema.

Para entender o contexto desta pesquisa, além de uma revisão crítica nos documentos oficiais que norteiam a educação brasileira, em particular o ensino de Química, como os PCNEM, os PCN+ e as DCNEM, foram investigados também os relatórios pedagógicos do Enem, que já se encontram disponíveis nos sites oficiais (2009 a 2012), assim como as questões associadas ao ensino de Química, presentes nas provas de 2009 a 2015, que foram selecionadas de acordo com a concepção adotada nesta investigação, com base no conteúdo dos documentos citados.

Esta análise se deteve, especificamente, nos extratos dos documentos inerentes ao problema estudado nesta tese. No entanto, informações de outras áreas de conhecimentos que não estão contempladas neste estudo foram, quando houve necessidade, obrigatoriamente verificadas.

Para realizar a análise do conteúdo e da estrutura, assim como a categorização das questões do Enem que possuem associações com o ensino de Química dos anos 2009, 2010, 2011 e 2012, foram utilizados os comentários presentes nos relatórios pedagógicos do Enem (BRASIL, 2014) e (BRASIL, 2015). Para os anos de 2013, 2014 e 2015, como o INEP ainda não divulgou o relatório pedagógico desses três anos, foi realizada uma análise prévia na questão para verificar a habilidade e a competência requerida.

Finalizando, apresento todos os documentos que foram utilizados nas análises desta investigação: PCNEM, PCN, PCN+, DCNEM, Orientações Curriculares, Documento Básico do Enem, Relatórios pedagógicos de 2009 a 2012, Guia de elaboração e revisão de itens, Matrizes de referências para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, relação de objetos de conhecimentos e os cadernos de provas dos exames de 2009 a 2015.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, para me referir às questões aplicadas no novo Enem que envolvam noções de Química, vou utilizar os termos “questões de Química” ou “questões associadas ao ensino de Química”, pois pode ocorrer que questões elaboradas intencionalmente para aferir conhecimentos de Física ou Biologia exijam conhecimentos característicos do ensino de Química.

Para evitar o excesso de repetição, em determinados contextos e quando for apropriado, o termo “item” também será utilizado nesta pesquisa como sinônimo de “questão”, uma vez que é o vocábulo que o INEP utiliza para se referir às questões aplicadas no Enem, em uma linguagem própria da Teoria da Resposta ao Item (TRI), metodologia de avaliação utilizada pelo referido exame.

Nesta investigação, o termo **movimento CTS** é utilizado para fazer referência às discussões CTS em um contexto mais amplo, enquanto situação de intervenção social. Assim como Strieder (2012, p. 11), adoto, neste estudo, o termo **enfoque CTS** para me referir às repercussões do Movimento CTS no contexto educacional, uma vez que este termo é o mais utilizado em trabalhos sobre o assunto. Também, com o sentido de evitar repetições, a expressão **perspectiva** foi assumida como sinônimo da palavra enfoque.

4.1 Identificação das competências e habilidades da área de Ciências da Natureza do Enem, associadas aos pressupostos do enfoque CTS

A triagem das C&H recortadas para a análise desta investigação, que estão associadas ao enfoque CTS, foi apoiada nos pressupostos teóricos desta perspectiva educacional de Santos e Schnetzler (2010).

Outros autores sobre o enfoque CTS utilizados como referência nesta pesquisa são Décio Auler e Walter Bazzo que, junto com seus colaboradores, representam em torno de 23% do total de citações em artigos analisados, conforme o resultado de uma pesquisa realizada por Pansera-de-Araújo et al. (2009), em eventos brasileiros de 2003 a 2006, sobre o enfoque CTS.

Para realizar essa inferência, utilizei os referenciais teóricos citados e associei o método comparativo e a minha experiência docente, estabelecendo associações entre as C&H com elementos do enfoque CTS.

Para confirmar os resultados obtidos pela observação inicial, construí um quadro em que estão sintetizados os resultados das análises das associações das competências e habilidades de CNT, com determinados elementos que caracterizam os princípios teóricos do enfoque CTS. Para isso, tomei como referência o livro *Educação em Química: compromisso com a cidadania* (SANTOS; SCHNETZLER, 2010), em que alguns fundamentos sobre o enfoque CTS, explicitamente mencionados pelos autores, foram elencados, sendo apresentados no Quadro 4. A associação de todas as C&H com os princípios CTS são apresentados no Apêndice C.

Quadro 4 – Fundamentos do enfoque CTS utilizados na análise da associação entre C&H de CNT

Item	Fundamentos do enfoque CTS
A	Organização conceitual centrada em temas sociais.
B	Estimular atitudes de julgamento, de questionar e de promover a capacidade de tomada de decisão.
C	Desenvolvimento do pensamento reflexivo e de análise de forma racional com a discussão da realidade em contornos críticos.
D	Concepção de ciências direcionada para o interesse social com a compreensão das implicações sociais do conhecimento científico para uma maior participação na sociedade.
E	Compreensão da interdependência da Ciência da Tecnologia e da Sociedade em uma perspectiva social.
F	Abordagem interdisciplinar no ensino de ciências podendo desenvolver a habilidade de comunicação oral e escrita.
G	Compreender o caráter provisório e incerto das teorias científicas.
H	Influência da sociedade sobre a ciência e sobre a tecnologia.
I	Tecnologia apresentada como aplicação das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais, caracterizando a tecnologia como processo de produção social e reconhecendo a dependência da sociedade para os produtos tecnológicos gerados.
J	Demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática com a apresentação de conceitos científicos de forma ressignificada e contextualizada.

Fonte: Dados da pesquisa.

A associação de competências e habilidades do Enem com fundamentos do enfoque CTS, como, por exemplo, o princípio identificado no item “I” do Quadro 4 (tecnologia apresentada como aplicação das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais), se utilizada adequadamente, no processo de ensino e aprendizagem, pode permitir ao

estudante a compreensão da influência da sociedade sobre a ciência e sobre a tecnologia, assim como do efeito da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, fundamental para que o aluno possa reconhecer a importância dos vários tipos de saberes.

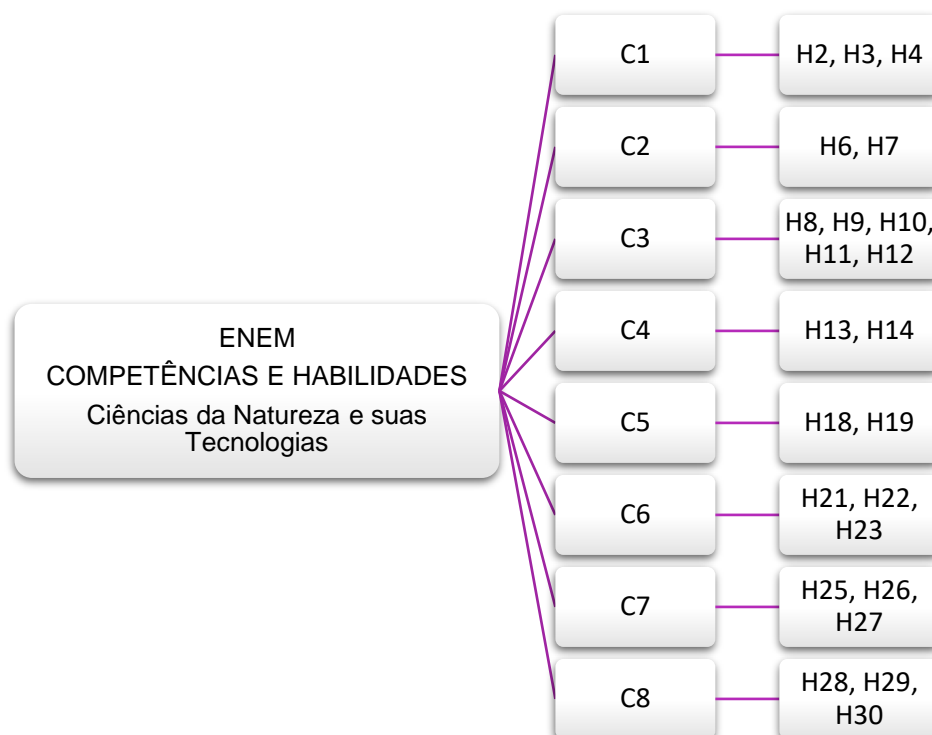
Em relação à relevância deste reconhecimento para o comportamento sociocientífico, Prudêncio (2014, p 93), cita que,

se não existe o diálogo de saberes, se parte do princípio de que um conhecimento prévio (não científico) não pode estar correto e que é função do professor “eliminar” essa forma de pensar, os saberes culturais e sociais não são considerados. Dessa forma, a influência passa a ser sempre da ciência para a sociedade e nunca o contrário, o que destoa do defendido pela perspectiva cultural CTS.

O Enem tem o objetivo de avaliar se o aluno, ao final da Educação Básica, domina os princípios científicos e tecnológicos que dão embasamento à “produção moderna, conhecimento das formas contemporâneas de linguagem, bem como conhecimentos de Ciências Humanas necessários ao exercício da cidadania” (BRASIL, 2015, p. 61). Esta finalidade estabelecida em documentos do Inep cria uma expectativa de se observar na matriz de referências do Enem várias habilidades associadas aos pressupostos do enfoque CTS, uma vez que a formação para a cidadania também é objetivo desta perspectiva educacional.

Confirmando esta expectativa, a análise das habilidades revela que praticamente todas as habilidades da matriz de referência possuem potencial associação com o enfoque CTS. Porém, observa-se que 23 habilidades estão fortemente associadas a este enfoque (Figura 9).

Figura 9 – Competências (C) e habilidades (H) que apresentam forte associação com os pressupostos do enfoque CTS



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 9, observa-se que todas as competências de área de CNT apresentam habilidades que remetem aos princípios teóricos da concepção CTS e que quase todas as habilidades apresentam associação com os pressupostos do enfoque CTS, em diferentes níveis de aproximação, sendo que as 23 habilidades que apresentam maior nível de associação com o enfoque CTS são: H2, H3, H4, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H18, H19, H21, H22, H23, H25, H26, H27, H28, H29, H30.

Observando o significado das habilidades selecionadas, considerando o seu caráter interdisciplinar e verificando as C&H previstas pelos PCN para o ensino de Química, avalio que todas as habilidades permitem algum tipo de reflexão sobre a relação do ensino de Química com o enfoque CTS, embora reconheça que hoje, em um sistema fortemente disciplinar, não seja uma tarefa simples.

De uma maneira geral, as competências presentes de CNT referem-se a conteúdos e temáticas da Educação Básica como, por exemplo, meio ambiente e tecnologia.

A Competência 1 (C1) refere-se à construção do conhecimento científico, abordando fatos e contextos que apontam para as visões de mundo, para a natureza da ciência e para as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. A C2 refere-se a contextos que privilegiam o reconhecimento de avanços científicos, bem como sua identificação e aplicação em fatos cotidianos. A C3 privilegia a compreensão da natureza como um sistema complexo e dinâmico. Na C4, o foco é a compreensão do funcionamento dos seres vivos e as relações com o meio ambiente. Na C5, o foco está no entendimento da ciência como construção social e no reconhecimento da atividade científica como produtora de procedimentos, métodos e técnicas próprias (BRASIL, 2014, p.27).

Mesmo compreendendo o caráter interdisciplinar do Enem, as três últimas competências, aparentemente, parecem ser dedicadas especificamente às três disciplinas que compõem a área de CNT.

A competência de área 6 concentra-se na compreensão de fenômenos físicos observáveis no cotidiano. A C7 privilegia a utilização de conceitos da Química. A C8 focaliza os conhecimentos construídos no âmbito da Biologia (BRASIL, 2014, p. 28).

Como já relatado neste estudo, o Enem não anuncia, entre os seus objetivos, avaliar a proposta estabelecida no enfoque CTS; no entanto, as C&H examinadas no Enem (BRASIL, 2010a, p. 13-16), em sua maioria, aproximam-se dos princípios do enfoque CTS, possibilitando a construção de questões estudadas em conjunto pelas três disciplinas que compõem a área: Química, Física e Biologia.

Segundo Chassot (2003b, p. 31), a Química estuda como as substâncias se transformam e são transformadas em outras substâncias. Assim, ao definirmos objetos de Ciências como a Física, a Biologia, a Geologia, entre outros, nós nos damos conta das muitas interações e, particularmente, das interseções entre esses objetos e com os objetos da Química.

A Física, por exemplo, trata do estudo da energia e suas transformações. É óbvia, portanto, a relação com a Química já que as transformações de uma substância em outra envolvem transformação de energia.

Geralmente o estudante não percebe a relação entre o que estuda na sua aula de Química e o que ocorre em sua volta. Esta falta de percepção aumenta se o seu aprendizado estiver limitado à memorização de símbolos, fórmulas,

equações e leis (MAGALHÃES, 2007). Neste contexto, a inclusão de C&H na matriz de referências do Enem que se aproximam da concepção CTS possibilita uma oportunidade de associar os fenômenos e conceitos envolvidos no ensino de Ciências Naturais, em particular no ensino de Química, com o cotidiano do aluno e com o ideal da formação cidadã, objetos da perspectiva educacional CTS.

Em relação à ciência Química, um grande número de cidadãos possui erroneamente a concepção de que esta é uma ciência que só produz malefícios para a sociedade, como por exemplo, ser responsável por alguns desastres ambientais. A esse respeito, vários professores entrevistados ressaltaram o incômodo de escutar constantemente nos órgãos de comunicação midiáticos as frases: “a química é vilã” e “este alimento contém produtos químicos” o que, certamente, influencia equivocadamente as pessoas, principalmente a parcela da população que não recebeu uma educação adequada para que tivesse a correta compreensão sobre as finalidades da utilização dos processos químicos.

Várias C&H estão de acordo com o relatado em Brasil (2002a, p. 87), em que se observa que a proposta, exibida para o ensino de Química nos PCNEM, se opõe ao paradigma da ênfase na memorização de conhecimentos, nomes, fórmulas, algoritmos, entre outros, como fragmentos sem conexão da realidade dos educandos. O objetivo é que o estudante reconheça e entenda, de forma interligada e significativa, as variações químicas que acontecem nos “processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontradas na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivos, industrial e agrícola”.

Um processo educacional de Química associado aos pressupostos CTS, como permite o Enem,²⁶ por meio do desenvolvimento das C&H que apresentam associação com o enfoque CTS, pode, como é destacado nos PCN+ para o Ensino Médio, enfatizar “situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados,

²⁶ Embora o Enem seja tipicamente um exame de proficiência, há argumentos que podem sugerir que ele tenha algum potencial de influência nos procedimentos de ensino, como, por exemplo, permitir associar o ensino de Química à abordagem CTS. Assim como há outros, como a prática docente dos professores, que sinalizam para uma pequena ou nenhuma influência nesses procedimentos. Desse modo, essa relação pode ser objeto de outra pesquisa devidamente delineada para esse fim.

argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões” (BRASIL, 2002a, p. 88).

Por exemplo,

uma discussão sobre combustíveis em sala de aula pode envolver cálculos termoquímicos que permitem obter e comparar a energia fornecida na queima de uma dada quantidade de combustível. Entretanto, é possível e recomendável que se dê uma abordagem mais abrangente a essa questão, discutindo-se aspectos como a origem e o meio de obtenção dos combustíveis, sua disponibilidade na natureza, o custo da energia gerada, a quantidade de poluentes atmosféricos produzidos na queima de cada um deles, os efeitos desses poluentes sobre o ambiente e a saúde humana, os meios eficazes para minimizá-los ou evitá-los, a responsabilidade individual e social envolvida em decisões dessa natureza e a viabilidade de outras fontes de energia menos poluentes. (BRASIL, 2002a, p. 87).

No desenvolvimento desta seção, foi possível verificar que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do novo Enem é composta por competências e habilidades que apresentam associação com os pressupostos do enfoque CTS.

Levando em conta que o Enem é um processo subjetivo - por oportunizar ao aluno a interação dos conhecimentos científicos com o desenvolvimento tecnológico e suas consequências para o meio ambiente e a sociedade - mas que na sua aplicação os itens exigem uma resposta objetiva, considero que as C&H do Enem possibilitam a construção de questões que envolvam princípios do enfoque CTS, em que o aluno tem a oportunidade de demonstrar o domínio de C&H de CNT, apreendidas no desenvolvimento da Educação Básica como, por exemplo: reconhecer as modificações da ciência e as implicações destas mudanças para a sociedade; apropriar-se de conhecimentos de Química, Física e/ou Biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas; e avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

Mesmo aquelas C&H mais relacionadas às disciplinas específicas permitem a aproximação com o enfoque CTS, em decorrência do caráter interdisciplinar que é inerente ao processo da elaboração de itens, permitindo uma abordagem que oportunize ao aluno situações tais como as descritas em Brasil (2010a): avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na

produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos; bem como avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios (para a saúde humana e para o meio ambiente).

Observa-se, portanto, na análise dos resultados, que a estrutura do novo Enem, com a inclusão de competências e habilidades associadas aos pressupostos da concepção CTS, induz a uma abordagem de um ensino de Química que pode proporcionar uma formação humanística adequada, como preconizam a LDB, a Constituição Federal do Brasil de 1988 e vários educadores da disciplina, mostrando os benefícios e os malefícios que esta ciência pode proporcionar e como fazer uso dos conhecimentos em prol do bem-estar da sociedade.

4.2 Análise de aproximações entre a concepção do enfoque CTS e as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no Enem de 2009 a 2015

Nesta seção, realizei nove etapas para proceder a análise a que me propus. Inicialmente, efetivei o reconhecimento de objetos de conhecimentos associados ao ensino de Química, ou seja, os conteúdos (1). Em seguida, identifiquei as C&H do Enem associadas ao ensino de Química (2), uma vez que cada item de resposta, no caso em questão, está atrelado a uma competência e a uma habilidade, segundo o proposto pelo Guia de Elaboração e Revisão de Itens do Inep (BRASIL, 2010a, p. 8), o qual orienta que “o item deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e contemple uma única habilidade da Matriz de Referência”. Orientação que, implicitamente, caracteriza o Enem como um exame univariante.

Posteriormente, com base no reconhecimento das questões associadas ao ensino de Química aplicadas no Enem, no período de 2009 a 2015 (3), procedi à categorização das questões do Enem que possuem associações com o ensino de Química (4). Prosseguindo, realizei análise das questões do Enem que possuem associações com o ensino de Química (5). Em seguida, construí a síntese da análise das questões associadas ao ensino de Química (6), a

definição e descrição de subcategorias das questões associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS (7), a identificação dos conteúdos de Química em questões aplicadas no novo Enem (8) para, finalmente, verbalizar o metatexto (9).

Na medida em que os resultados foram surgindo, realizei um processo de explicitação de relações entre eles no sentido da construção da estrutura de um metatexto, como orienta Moraes (2003, p. 201) e que, segundo Novello, Laurino e Vaniel (2012, p. 250), contém “a compreensão construída a partir de uma nova combinação dos ciclos anteriores”. A partir dos argumentos parciais de cada seção, procurei evidenciar um argumento aglutinador do todo.

A seguir, nas próximas seções, descrevo detalhadamente os procedimentos e análises destas nove etapas.

4.2.1 Reconhecimento de objetos de conhecimentos associados ao ensino de Química

Os objetos de conhecimentos associados à matriz de referências de CNT, em particular aqueles ligados ao ensino de Química, estão detalhados no Anexo B e envolvem, basicamente, o seguinte conteúdo programático: 1) Conceitos de transformações químicas; 2) Representação das transformações químicas; 3) Materiais, suas propriedades e usos; 4) Água; 5) Transformações químicas e energia; 6) Dinâmica das transformações químicas; 7) Transformação química e equilíbrio; 8) Compostos de carbono; 9) Relações da química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente; e 10) Energias químicas no cotidiano (BRASIL, 2010a, p. 18).

Mesmo reconhecendo que vários desses objetos de conhecimentos possuem potencial para serem explorados na elaboração de questões que exijam do aluno habilidades próximas do enfoque CTS, destaco o conteúdo do item nove, “relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente”, que está discriminado a seguir: Química no cotidiano; Química na agricultura e na saúde; Química nos alimentos; Química e ambiente; Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas; Indústria química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico; Mineração e

metalurgia; Poluição e tratamento de água; Poluição atmosférica; e Contaminação e proteção do ambiente (BRASIL, 2010a, p. 19).

Esse conteúdo oferece a oportunidade de desenvolver questões em contextos adequados, nos quais o aluno tenha a oportunidade de demonstrar a apreensão de pressupostos teóricos presentes em uma educação direcionada para a formação de cidadãos críticos, interpretando situações oferecidas pela realidade social e fazendo uso dos conhecimentos apreendidos para, com autonomia, proceder a tomada de decisões socialmente relevantes.

4.2.2 Identificação das competências e habilidades do Enem associadas ao ensino de Química

A matriz de referências para a área de CNT é composta por 8 competências e 30 habilidades, sendo que, aparentemente, algumas são exclusivas de cada área: Química, Física e Biologia. Outras habilidades são de uso comum a todas as disciplinas da área.

As habilidades associadas ao ensino de Química foram recortadas para a análise desta investigação, por estarem de acordo com a proposta nacional curricular para o ensino de Química na Educação Básica (PCNEM, DCNEM), em particular com a proposta do Enem para o ensino de Química, observada no Anexo B.

Associando o método comparativo e a minha experiência como professor de Química, deduzo que as C&H do Enem (BRASIL, 2010a, p. 13-16), que remetem a aplicações de algum tipo de conhecimento relacionado ao ensino de Química são as que estão apresentadas no Quadro 5 e descritas, posteriormente, no Anexo C.

No quadro 5, as letras F, L e S apresentam o seguinte significado:

F - Habilidades fortemente associadas ao ensino de Química.

L - Habilidades com leve associação com o ensino de Química: não estão fortemente ligadas ao ensino de Química, mas exigem algum tipo de conhecimento de Química.

S - Habilidades sem associação com o ensino de Química.

Quadro 5 – Competências (C) e habilidades (H) associadas ou não ao ensino de Química

Competências e Habilidades – Enem																																	
C1				C2			C3					C4				C5			C6				C7				C8						
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0						
S	L	L	F	S	S	L	F	L	F	L	F	S	S	L	S	F	F	F	S	F	F	F	F	F	F	F	S	L	L				

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 5 exibe as C&H que apresentam diferentes níveis de associação com ensino de Química ou que não necessitam de conhecimentos químicos. Dentre as 30 habilidades verificadas de CNT, pode-se observar que várias envolvem conhecimentos de Química. Estas habilidades são apresentadas de modo interdisciplinar, porém algumas estão fortemente ligadas ao ensino de Química (14), outras apresentam associação com o ensino de Química (8) e o restante, aparentemente, não exige qualquer tipo de conhecimentos de Química (8). Assim, no total, 22 habilidades podem ser utilizadas para, a partir delas, serem elaboradas questões para o Enem que envolvam conhecimentos de Química.

A análise dos resultados observados no Quadro 5 revela que todas as habilidades das competências C5 e C7 estão fortemente relacionadas com o ensino de Química. Das quatro habilidades incluídas na C6, três habilidades também estão fortemente associadas ao ensino de Química, o que me leva a deduzir que, provavelmente, as três competências citadas (C5, C6 e C7) estão entre aquelas mais utilizadas pelos elaboradores de questões associadas ao ensino de Química.

As competências referidas pretendem examinar se, ao final da Educação Básica, os alunos conseguem “entender métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais e aplicá-los em diferentes contextos” (C5); “apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas” (C6); e “apropriar-se de conhecimentos da Química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas” (C7).

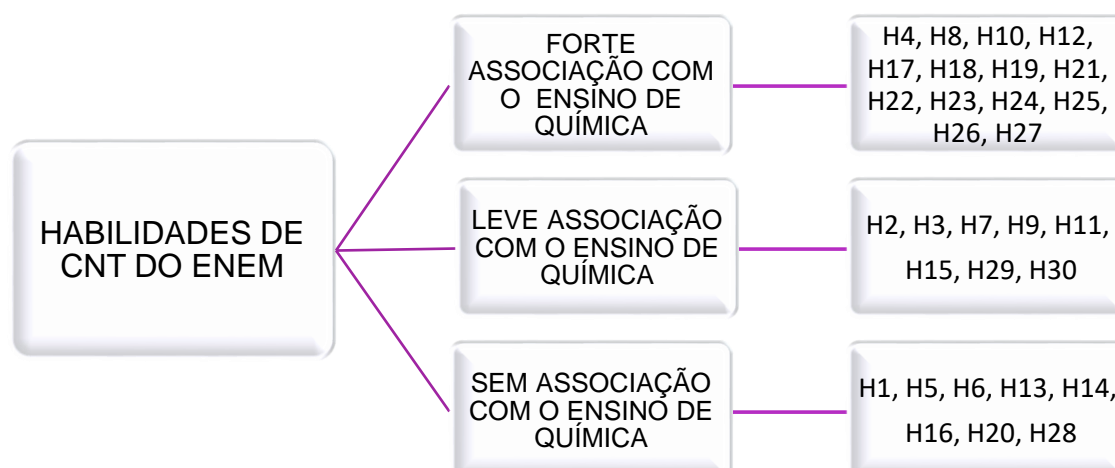
Por outro lado, competências que não apresentam nenhuma habilidade fortemente associadas ao ensino de Química são: C2 (identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais em diferentes contextos); C4 (compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas pertinentes à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais); e C8 (apropriar-se de conhecimentos da Biologia para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas). Seguindo a mesma linha de raciocínio do parágrafo sobre as prováveis competências mais utilizadas, por analogia, pode-se deduzir que, provavelmente, estas devem ser as competências menos utilizadas pelos elaboradores de itens de Química.

No processo de análise dos itens, constatou-se que, entre as habilidades associadas ao ensino de Química, a H17 e a H24 são as que apresentam maior incidência nas provas de CNT do novo Enem. A H17 refere-se a relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. A H24 refere-se a utilizar códigos e nomenclatura da Química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

Ao fazer a separação das habilidades e competências associadas com o conhecimento de Química, excluindo aqueles que se relacionam mais às disciplinas de Física e Biologia, eu não estou renegando a interdisciplinaridade inerente a esses processos, mas como afirma Marcelino e Recena (2012, p. 167), trata-se “de uma restrição meramente analítica àqueles processos tão gerais que englobem a Química”. Ou seja, esta pesquisa trata de um estudo direcionado especificamente ao ensino de Química.

Com base nos dados inferidos no Quadro 5, pode-se construir a Figura 10 para melhor apresentar o grau de aproximação entre as habilidades do Enem com o ensino de Química e que mostra, assim, as possibilidades e potencialidades para elaboração de itens associados aos conhecimentos específicos e interdisciplinares envolvendo a ciência Química.

Figura 10 – Níveis de associação das habilidades ao ensino de Química



Fonte: Dados da pesquisa.

A seleção das habilidades com diferentes níveis de aproximação com o ensino de Química e, também, daquelas que não apresentam nenhum nível de associação não é uma ação simples e consensual, uma vez que a pretensão é de executar uma ação disciplinar no Enem, que é um processo multidimensional, concebido na sua essência como generalista e caracterizado pela sua interdisciplinaridade.

Esse processo complexo e subjetivo provavelmente produzirá sempre discordâncias nos resultados apresentados, quaisquer que sejam, como foi o caso desta investigação. A classificação aqui apresentada é decorrente da consulta, debate e reflexão junto a cinco professores de Química da UFPA, com experiência na elaboração de questões de Química para processos seletivos e três professores de Química do Ensino Médio, igualmente experientes, e que, basicamente, desenvolvem suas atividades docentes em torno do Enem.

O que ora apresento como classificação dessas aproximações é, portanto, fruto de múltiplos e experientes olhares, transcendendo, portanto, a visão isolada deste pesquisador.

Como o Enem tem uma proposta interdisciplinar, a classificação das habilidades que apresentam associação ou não com o ensino de Química, em diferentes níveis, é um processo subjetivo que, dependendo dos critérios estabelecidos, pode apresentar variação em uma outra investigação. Assim, um consenso inicialmente esperado teoricamente na prática se mostrou improvável,

uma vez que a matriz de referências do Enem é uma matriz de área e não matriz de disciplina, ou seja, não específica.

A respeito da interdisciplinaridade, Farias (2005, p. 31) lembra que a correlação entre Física e Química é evidente. Esta relação com o conteúdo de outras ciências é menos óbvia, porém é sempre possível estabelecer conexões de natureza interdisciplinar entre a Química e as demais ciências.

A interpretação, portanto, depende do olhar, do ponto de vista, do referencial do pesquisador; por isso não se pode desconsiderar visões destoantes da apresentada neste estudo, que se pautou na análise dos objetos de conhecimentos associados à matriz de referências de CNT, para a especialidade Química. Ou seja, é uma inferência entre as habilidades do Enem para CNT e o conteúdo programático para a disciplina Química instituído pelo próprio Enem.

4.2.3 Reconhecimento das questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no novo Enem, no período de 2009 a 2015

Desde o ano de 2009, quando foram concretizadas mudanças estruturais no Enem, a prova da área de CNT é aplicada com 45 questões, envolvendo conhecimentos de Química, Física e Biologia.

No processo de seleção dos itens que possuem associação com o ensino de Química, algumas variáveis tiveram de ser analisadas, tais como C&H envolvidas, conteúdos sugeridos pelos Enem para o ensino de Química, conteúdos sugeridos para as outras disciplinas da área de CNT, procedimento de resolução, comentário do RP-Enem e o nível educacional. Por exemplo, o item 38/2009, prova azul, envolve conhecimentos da dilatação volumétrica do álcool, que é um composto orgânico oxigenado. No Nível Superior, este conteúdo é tratado na Química e na Física, porém no Nível Médio, conforme os conteúdos relacionados pelo Enem, é de domínio apenas da Física.

Na fase preliminar da triagem, realizei uma leitura flutuante de todos os itens de CNT aplicados nas edições do Enem de 2009 a 2015 (405 questões), objetivando identificar indicadores que auxiliassem na seleção dos itens de Química. Em uma outra fase, realizei uma leitura mais reflexiva para identificar grupos de questões que possuem diferentes níveis de aproximações com o

ensino de Química. É necessário ressaltar que nos anos de 2010 e 2015 ocorreram duas aplicações do Enem por motivos diferentes.²⁷

Para inferir que itens de CNT, aplicados no novo Enem, pertencem ao grupo de questões associadas ao ensino de Química, realizei inicialmente a distribuição destas questões em três categorias: 1) questões associadas diretamente ao ensino de Química; 2) questões que não estão fortemente ligadas ao ensino de Química, mas que exigem algum tipo de conhecimento desta disciplina; e 3) questões que não possuem nenhuma relação com o ensino de Química. Em seguida, a partir do exame do conteúdo das questões, promovi a junção dos itens das duas primeiras categorias que foram posteriormente analisadas em relação ao enfoque CTS.

Ao realizar esta inferência, tomei como base os objetos de conhecimentos associados à matriz de referências de Ciências da Natureza e suas Tecnologias indicados pelo Enem, em que o conteúdo de Química proposto para cada objeto de conhecimento deste exame está detalhado (BRASIL, 2010a, p. 18-19).

Algumas questões, como a 8/2009 e a 83/2012, não constam em nenhuma dessas categorias, pois na análise do nível de associação com o ensino de Química, mostraram-se indefinidas em relação à área de conhecimento examinada. Como os diagnósticos destes itens não estão inseridos nos RP-Enem, prudentemente optei por não incluí-los na análise desta tese.

A Tabela 1 exhibe o número das questões aplicadas no novo Enem que apresentam associação com o ensino de Química, utilizando como referência a prova de cor azul.

Analogamente, como no contexto da seleção de habilidades associadas ao ensino de Química, esta seleção das questões também pode proporcionar diferentes visões com uma ou outra variação sobre a associação estabelecida nesta pesquisa, em decorrência da ampla subjetividade do tema.

²⁷ Em 2010 e 2015 aconteceram duas edições do Enem: em 2010 foram detectados erros na impressão de alguns cadernos de prova do exame. Em 2015, em uma cidade no interior de Minas Gerais, foi concedido um tempo adicional, não autorizado, de uma hora. Neste caso, estes candidatos refizeram o exame na edição para Pessoas Privadas de Liberdade (PPL) em dezembro de 2015.

Tabela 1 – Número das questões (itens) associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem

ANO DE APLICAÇÃO	NÚMERO DO ITEM	TOTAL DE ITENS
2009	1, 2, 6, 10, 12, 15, 23, 26, 29, 32, 34, 36, 40, 43, 44	15
2010 1ª aplicação	50, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 65, 67, 69, 72, 73, 74, 77, 79, 80, 82, 83, 85, 90	21
2010 2ª aplicação	53, 55, 56, 60, 62, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 83, 87, 90	15
2011	50, 51, 52, 54, 55, 58, 59, 62, 71, 72, 75, 79, 80, 81, 83, 85, 90	17
2012	46, 49, 53, 58, 59, 63, 66, 69, 70, 71, 76, 79, 82, 84, 86, 89, 90	17
2013	46, 47, 49, 51, 54, 58, 59, 64, 67, 68, 69, 71, 74, 77, 81, 86, 90	17
2014	47, 48, 49, 51, 52, 54, 56, 58, 59, 63, 65, 66, 70, 71, 75, 77, 78, 80, 83, 86, 88	21
2015 1ª aplicação	47, 51, 52, 55, 58, 59, 60, 62, 71, 73, 76, 77, 80, 81, 84, 90	16
2015 2ª aplicação	50, 51, 52, 53, 56, 59, 61, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 76, 80, 82, 84	17
TOTAL		156

Fonte: Dados da pesquisa.

Na aplicação de um simples exame disciplinar, podia-se esperar que cada disciplina da área de CNT fosse contemplada com 15 questões. Porém, o novo Enem é um processo interdisciplinar e apresenta uma média de questões associadas ao ensino de Química de 17,3 questões/ano. Este resultado revela que algumas questões das outras áreas de conhecimentos exigiram um conhecimento interdisciplinar, o que já representa um pequeno avanço deste processo (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Número de questões associadas ao ensino de Química, nas provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aplicadas no novo Enem



Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 1 mostra uma variação no número de questões a cada ano. Isto acontece, provavelmente, pelo fato de que os elaboradores de itens que são aplicados no Enem são orientados a seguir procedimentos técnicos que envolvem a construção de itens (Anexo A) como, por exemplo, contextualizarem a partir de uma situação-problema que, geralmente, apresenta uma natureza interdisciplinar. Assim, o domínio de mais de uma área de conhecimento pode ser exigido na resolução de um item. Neste contexto, uma questão de Biologia, por exemplo, pode exigir do aluno habilidades e discernimento em Química.

A respeito desse tema, cinco professores entrevistados verbalizaram que seguem rigorosamente as orientações recebidas no guia do Enem para elaboração de itens, fornecido pelo Inep, no curso de qualificação para elaboradores, e que tiveram de verificar os objetos de conhecimentos indicados no guia das outras disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no caso, Física e Biologia. Essa precaução é necessária para que a questão não seja anulada se um dos conteúdos inseridos na questão não estiver relacionado pelo guia. A seguir, apresento alguns excertos que apoiam esta constatação.

[P₂] *“Fiz um curso em Brasília. Lia muito a matriz para entender a concepção, pois existem muitas variações naquilo que a gente pode cobrar em uma questão”.*

[P₂] *“Eu seguia tudo que estava naquele guia. A primeira coisa foi ler o que se esperaria das questões, ler os conteúdos indicados para a área. Tratávamos de contemplar exatamente o que era solicitado. Depois elaborei a questão e tentei contextualizar”.*

[P₃] *“Eu acho que só tive orientações tecnicistas, e nenhuma orientação de concepção como, por exemplo, CTS. Se elaborei alguma questão deste tipo foi por intuição”.*

[P₆] *“Do ponto de vista das orientações técnicas, tudo ok. Tudo perfeito, mas eu acho que do ponto de vista de elaborar questões interdisciplinares não existe uma formação e nem uma preparação para isto”.*

[P₇] *“O processo de capacitação não foi suficiente. Aquelas pessoas que estavam ali como instrutores são muito jovens, meninos, não estavam preparadas, pois não sabiam responder a maioria das dúvidas que eram levantadas, mas procurei seguir todas as instruções, então tive que verificar todos os conteúdos da área para não ter problemas jurídicos no futuro”.*

Pelos resultados obtidos, posso inferir que, embora o Enem seja um processo interdisciplinar, a distribuição de questões por disciplina na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias ainda é realizada em um processo com forte característica disciplinar e que apenas os procedimentos de instrumentalização para elaboração de questões não são suficientes para a quebra destes paradigmas, apesar do pequeno avanço observado neste sentido.

4.2.4 Categorização das questões do novo Enem que possuem associações com o ensino de Química

As questões foram lidas para iniciar o primeiro processo de análise que consiste na desmontagem dos textos com posterior unitarização. Durante a aplicação da primeira etapa da ATD que, segundo Moraes (2003, p. 191), consiste no exame do material, na delimitação dos documentos e na desmontagem do texto, percebi uma forte semelhança estrutural observada na maioria das questões aplicadas no Enem de 2005 a 2008, investigadas por Mascio (2010), com as questões do novo Enem de 2009 a 2015.

Utilizei, como principal referência para o estabelecimento das categorias, os pressupostos do enfoque CTS consignados em Santos e Schnetzler (2010) e Santos e Schnetzler (2003), além dos autores já citados no início deste capítulo, que juntos sugerem os objetivos fundamentais, quando se deseja incluir o enfoque CTS nos processos de ensino e de aprendizagem.

Nesta investigação, estabeleci três categorias de análise, em função do nível de aproximação entre as questões do Enem associadas ao ensino de Química com os pressupostos do enfoque CTS.

As categorias, e os respectivos descritores construídos para o seu detalhamento, foram formadas buscando abarcar todos os itens analisados em grupos de afinidades claramente definidos, sendo organizadas e denominadas do seguinte modo:

1- Questões associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS

- Questões que oferecem dados científicos e tecnológicos em uma situação-problema, exigindo conhecimentos associados a questões sociais e que, geralmente, pedem interpretações qualitativas.

- Questões que solicitam análise de processos naturais e tecnológicos, com interpretações sociais associadas ao mundo real do estudante, compreendendo a interdisciplinaridade, integrando-a com aspectos sociais, éticos ou econômicos.

- Questões que utilizam temas químicos sociocientíficos, oportunizando, como sugere Santos e Schnetzler (2010, p. 112), a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno. Tais questões permitem verificar habilidades referentes à cidadania, como a capacidade de tomada de decisão, propiciando discussões de aspectos sociais que solicitam dos estudantes posicionamento crítico, ou seja, itens com uma abordagem baseada na integração entre os conceitos químicos e os aspectos sociais.

2- Questões superficiais e aparentemente associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS

- Questões com leve aproximação dos pressupostos da perspectiva educacional CTS que apenas tangenciam temas importantes. Itens que possibilitam reflexões baseadas em evidência científica sobre problemas

relacionados à aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade; no entanto, sem uma apreciação do modo de agir na sociedade e sobre o meio ambiente.

- Questões que fazem alguma referência ao cotidiano dos alunos, porém em um contexto que não exigem dos estudantes competências e habilidades associadas ao enfoque CTS como, por exemplo, interpretações e intervenções sociais e o estabelecimento de relações qualitativas.

- Questões que não solicitam argumentação nem elaboração de proposta, apenas a indicação da resposta e não requerem domínio de responsabilidade social envolvida em decisão de natureza CTS.

3- Questões que não permitiram a construção de associações ou de aproximações com os pressupostos do enfoque CTS

- Questões que não apresentam potencial de interpretação CTS e, portanto, não se enquadram nas duas categorias já apresentadas.

- Questões com baixo valor cognitivo, sem uma visão de uma situação-problema, meramente conteudistas, em que apenas é exigido do aluno a memorização de fórmulas, conceitos, nomes científicos, acontecimentos, entre outros, em detrimento da reflexão crítica.

- Questões pretensamente contextualizadas, com rara coerência e coesão entre suas partes (texto-base, enunciado e alternativas), e que exigem conhecimentos que provavelmente serão arquivados ou esquecidos, a não ser, talvez, em situações de ensino, muitas vezes abstratas ou inócuas.

O RP-Enem, até o ano de 2008, realizava a análise pedagógica dos itens, acompanhada de sua análise estatística. No entanto, a partir da edição de 2009-2010, o RP-Enem passou a realizar, como exemplo, apenas a análise pedagógica de alguns itens. Na área de CNT, o RP-Enem, edição de 2009-2010, analisou oito itens, incluindo três que possuem associação com o ensino de Química. Na edição de 2011-2012, estes números se repetiram, ou seja, oito itens analisados, sendo três associados ao ensino de Química. Portanto, seis questões associadas ao ensino de Química foram analisadas pelo novo RP-Enem de 2009 a 2012. Desde então, o Inep ainda não publicou o RP-Enem dos exames realizados posteriormente.

Mesmo compreendendo a importância da visualização das análises de todas as questões selecionadas para este estudo, para que o texto da tese não ficasse muito extenso, elegi apresentar as análises das seis questões incluídas nos relatórios pedagógicos do novo Enem, entendendo que, como o RP-Enem apresenta as competências e habilidades inseridas pelo próprio elaborador, a análise desta tese evita, assim, possíveis incoerências de julgamento, uma vez que se trata da verificação de um processo subjetivo. Além das C&H, o RP-Enem apresenta a sentença descritora, composta pelos elementos da operação cognitiva, objeto de conhecimento e o contexto, entre outras informações.

A título de ilustração, apresento, também, três questões para ressaltar a dificuldade de realizar a análise dos itens, sem os conhecimentos prévios presentes no RP-Enem, necessários para uma análise segura sem, no entanto, apontar as possíveis C&H, devido à falta de uma confirmação oficial do RP-Enem. Elegi, para isso, a edição de 2015, por entender que é uma edição recente e que representa o momento atual da educação brasileira.

Optei por não apresentar as demais questões análogas com a análise da metodologia utilizada no processo analítico, ou seja, com a apresentação detalhada das questões associadas ao ensino de Química, evitando, assim, que o texto se estenda desnecessariamente. No entanto, para efeito de considerações quantitativas, estas questões serão contabilizadas em suas respectivas categorias.

4.2.5 Análise das questões do Enem que possuem associações com o ensino de Química

Nesta seção, construí um procedimento de análise padronizado de acordo com a seguinte sequência: a) justificativa para a seleção da questão; b) indicação de C&H; c) modo de resolução; e d) justificativa para a indicação da categoria da seção 4.2.4.

Quando houve oportunidade, fiz um comentário sobre o potencial CTS não explorado que alguns itens analisados possuem.

No texto, exibo apenas as análises. As questões correspondentes estão apresentadas no Anexo D.²⁸

1) QUESTÃO 53/2010 1ª aplicação

A questão 53/2010 1ª aplicação foi destacada como associada ao ensino de Química por envolver formas de obtenção do íon fosfato (PO_4^{3-}).

Observa-se no RP-Enem (BRASIL, 2014, p. 53), que a habilidade envolvida é a dois que se refere a associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico. Conseqüentemente, a competência envolvida é a C1 (compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade). A questão exibe as formas de obtenção do PO_4^{3-} , “elemento vital na formação dos organismos vivos. O participante deveria associar a solução a um problema de saúde e a diminuição das fontes do íon fosfato a medidas visando à preservação dos ecossistemas envolvidos”.

Para resolver corretamente a questão, o aluno deveria perceber que a reciclagem de resíduos biológicos como dejetos de animais e restos de culturas para a produção de adubo permite a amenização do problema de escassez de fósforo, pois a atividade dos decompositores sobre os resíduos biológicos admite a liberação deste elemento associado à matéria orgânica, enriquecendo, assim, o adubo com fósforo.

A questão sugere uma análise qualitativa, envolvendo a interação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, pois apresenta a forma de obtenção do fósforo (P), elemento essencial à vida. Também mostra os problemas ambientais advindos da extração e de seu uso na agricultura, e solicita ao aluno um processo de intervenção para definir a melhor alternativa para o meio ambiente, sem interromper o processo agrícola, necessário para a vida humana, uma vez que o aumento populacional requer a necessidade de produzir mais alimentos e,

²⁸ As demais questões do novo Enem podem ser acessadas no endereço eletrônico <http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores/provas-e-gabaritos>.

para isso, os fertilizantes são agentes importantes. Devido às razões elencadas, o item foi classificado na categoria um.

2) QUESTÃO 59/2010 1ª aplicação

A questão 59/2010 foi selecionada por envolver relações da química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente, particularmente das reações químicas associadas ao efeito estufa.

A competência exigida é a C5 (entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos). A habilidade é a H9 (avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental). O item requer que o candidato avalie “as implicações do processo de diminuição das áreas verdes e da verticalização das cidades e as consequências desses fenômenos nas mudanças locais de temperatura”. O respondente precisaria analisar que, com o aumento da temperatura ambiente, as máquinas industriais deverão receber maior refrigeração (BRASIL, 2014, p. 57).

Para resolver esta questão, o aluno deveria avaliar que o efeito estufa, ocasionado sobretudo pelo CO₂, e a concentração de solos asfaltados e concretados causam as "ilhas de calor", provocando um aumento do consumo de energia elétrica nas indústrias e residências.

O item sugere uma análise qualitativa em que propõe que o estudante realize uma apreciação sobre uma situação real, vivenciada atualmente pela sociedade, envolvendo: liberação de gases poluentes pelas indústrias e pelos veículos, devido à quantidade de combustíveis fósseis queimados; aumento da temperatura ambiente com a formação de “ilhas de calor”; e consumo e produção de energia elétrica, desenvolvendo uma análise crítica.

Com este contexto, é possível associar a ciência e a tecnologia à produção industrial, e verificar as suas consequências para a sociedade, envolvendo conceitos de reações químicas neste processo. Por isso, foi classificada na categoria um.

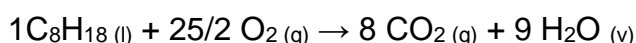
3) QUESTÃO 79/2010 1ª aplicação

A questão 79/2010 1ª aplicação foi selecionada por envolver cálculo estequiométrico de uma reação química.

No RP-Enem (BRASIL, 2014, p. 59), observa-se que a habilidade envolvida é a H24 que se refere a utilizar códigos e nomenclatura da Química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas. Consequentemente, a competência é a C7 (apropriar-se de conhecimentos da Química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas).

O item solicita que o participante utilize códigos da Química para caracterizar transformações químicas com o objetivo de realizar o cálculo estequiométrico da reação de queima do octano e, a partir do resultado obtido, relacionar com os impactos ambientais decorrentes da utilização de combustíveis fósseis. O participante deveria escrever corretamente a reação química balanceada para essa reação e, a partir da equação, sabendo que se trata de uma reação de combustão, concluir que o coeficiente para a molécula de oxigênio é de 12,5. (BRASIL, 2014, p. 59).

Para a resolução desta questão, o aluno teria que perceber que, na combustão completa do octano, todos os átomos de carbono são oxidados, formando dióxido de carbono e água. Realizando o balanceamento da equação de combustão da gasolina, obtêm-se a estequiometria da reação.



Assim, verifica-se na equação que o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é 12,5 para 1 de octano.

Não se observa, portanto, nesta resolução, a exigência de nenhum dos pressupostos teóricos CTS. O Item, pretensamente contextualizado, sem coerência e coesão entre suas partes (texto-base, enunciado e alternativas), propõe uma análise quantitativa, sem uma visão abrangente de uma situação-problema, exigindo do aluno somente conhecimentos sobre conteúdos de Química, tais como, balanceamento e estequiometria de uma reação de combustão, sendo assim, classificada na categoria três.

4) QUESTÃO 81 / 2011

A questão 81 / 2011 foi selecionada por envolver conteúdos de Química, com base na equação química da reação de oxirredução.

A competência envolvida é a C7 que se refere a apropriar-se de conhecimentos da Química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. A habilidade é a H24, referente à utilização de códigos e nomenclatura da Química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas. A sentença descritora apresentada foi: “Calcular estequiometricamente a massa de um produto em uma reação de combustão” (BRASIL, 2015, p. 83).

O item aborda conteúdos de Química, com base na equação química da reação de oxirredução, solicitando o cálculo da quantidade de permanganato de potássio que reage com o peróxido de hidrogênio. Para realizar o cálculo estequiométrico, o participante precisa utilizar a equação química balanceada. Para obter o valor correto da quantidade de matéria de permanganato de potássio (KMnO_4), é necessário, primeiramente, determinar a quantidade de matéria de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L, obtendo o valor de $2,0 \times 10^{-3}$ mol de H_2O_2 . Respeitando a estequiometria da reação de 5 mol de H_2O_2 para 2 mol de KMnO_4 , obtém-se a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente, valor igual a $8,0 \times 10^{-4}$ mol. (BRASIL, 2015, p. 83-84).

Para resolver esta questão o aluno deveria calcular o número de mols de H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) presente em 20ml de uma solução com concentração de 0,1 mol/L.

$$\begin{array}{l} 0,1\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ _____ } 1000 \text{ ml (1L)} \\ X \text{ mol H}_2\text{O}_2 \text{ _____ } 20 \text{ ml (0,02 L)} \\ X = 0,002 \text{ mol de H}_2\text{O}_2 \end{array}$$

Analisando a estequiometria da reação, observa-se que para cada 5 mols de H_2O_2 são necessários 2 mols de permanganato de potássio.

$$\begin{array}{l} 5 \text{ mols H}_2\text{O}_2 \text{ _____ } 2 \text{ mols KMnO}_4 \\ 0,002\text{mols H}_2\text{O}_2 \text{ _____ } Y \text{ mols KMnO}_4 \end{array}$$

Assim, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 0,002 mols de H_2O_2 é:

$$Y = 0,0008 \text{ ou } 8,0 \times 10^{-4} \text{ mol de KMnO}_4$$

O contexto apresentado no item traz informações importantes sobre a utilização do H_2O_2 , como antisséptico e alvejante. No entanto, essas informações, que estão associadas ao cotidiano dos alunos, não são necessárias para a resolução da questão, não havendo assim a coesão entre o texto-base, o enunciado e as alternativas.

O item propõe uma análise quantitativa, sem apresentar uma situação-problema, exigindo do aluno somente conhecimentos sobre conteúdos de Química, tais como, balanceamento e estequiometria de uma reação de oxirredução, além de regra de três simples, sem exigir princípios do enfoque CTS. Assim, foi classificada na categoria três.

5) QUESTÃO 90 / 2011

A questão 90 / 2011 foi identificada como associada ao ensino de Química por envolver a liberação do gás natural metano (CH_4) pela fermentação entérica do gado. Este gás é um dos responsáveis pelo agravamento do efeito estufa, devido, principalmente, às emissões de gases pelas atividades humanas. O CH_4 possui um poder de aquecimento global maior que o dióxido de carbono.

A competência envolvida é a C3 que se refere a associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos. A habilidade é H10 (analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e/ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais). A sentença descritora é assim apresentada: “Identificar o metano resultante do processo digestório em ruminantes como agente que contribui para o aquecimento global” (BRASIL, 2015, p. 89). Embora, segundo a habilidade H10, o item pretenda verificar se o estudante está apto a se posicionar sobre problemas ambientais, a questão faz apenas uma avaliação superficial desta habilidade.

Na resolução da questão, o aluno deveria observar que a digestão da celulose pelos ruminantes é realizada por bactérias, dentre as quais as metanogênicas. Como o processo de digestão ocorre sem a presença de oxigênio (anaeróbico), acontece a formação do gás metano, posteriormente liberado. Estudos sugerem que a redução da emissão de metano na pecuária

pode ser realizada pela melhoria da nutrição dos animais e pela fertilização adequada dos solos.

O item propõe uma análise qualitativa, apresentando uma situação-problema. O aluno é solicitado a identificar uma consequência negativa que a criação de gado provoca no meio ambiente, no caso o efeito estufa. No entanto, o aluno não é solicitado a analisar esta alteração ambiental para se posicionar sobre a aplicação de medidas mais eficientes que diminuam a formação de gás metano, derivado da digestão dos animais. Ou seja, não solicita argumentação ou elaboração de proposta, apenas a indicação da resposta, por isso a questão foi classificada na categoria dois.

6) QUESTÃO 63 / 2012

A questão 63/2012 foi associada ao ensino de Química por utilizar uma reação química no processo de um alimento habitual e importante na vida das pessoas. Embora o elaborador tenha utilizado uma competência relacionada à Biologia, e utilizado um fermento biológico, o ensino de Química, que também possui domínio sobre este fenômeno, utilizando fermento químico (NaHCO_3), não pode ignorar este contexto.

A competência utilizada é a C8 que se refere a apropriar-se de conhecimentos da Biologia para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. A habilidade é a H29 (interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, para a saúde, produção de alimentos, matérias-primas ou produtos industriais). A sentença descritora é assim apresentada: “Relacionar a produção de gás carbônico com o crescimento da massa do pão” (BRASIL, 2015, p 93).

Esse item solicita que o participante relacione o crescimento da massa do pão, no processo de fermentação por microrganismos, à produção de gás carbônico. Na panificação, o fermento biológico misturado à farinha fermenta parte dos açúcares presentes na massa, o que leva à formação de gás carbônico. Esse gás é liberado na forma de minúsculas bolhas, que fazem com que a massa cresça. (BRASIL, 2015, p. 93).

Na resolução desta questão, portanto, o estudante deveria perceber que a fabricação de pães acontece por fermentação alcoólica com produção de gás carbônico e etanol. Como é um gás, o CO₂ provoca o crescimento da massa do pão.

O item propõe uma análise predominantemente qualitativa, sem apresentar uma situação-problema. O aluno é solicitado a identificar um resultado de um processo químico-biológico da produção de um alimento diário da humanidade. No entanto, o aluno não é solicitado a realizar uma análise da importância e das consequências do uso da biotecnologia, como seria o ideal para uma educação CTS. A questão também não oferece condições para que o aluno se posicione sobre implicações para o ambiente e para a saúde associadas a produção de alimentos. Por isso, este item foi classificado na categoria três.

7) QUESTÃO 58/2015 1ª aplicação

A questão 58/2015 foi selecionada e analisada por fazer, indiretamente, referência ao processo siderúrgico da transformação do minério de ferro em aço, citando material que passa por transformações químicas como a folha de flandres.

O respondente para resolver o item deveria inferir que o consumidor não deve comprar uma lata de conserva amassada, pois pode romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e, conseqüentemente, a alteração do alimento. $\text{Fe (s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{e}^-$

A questão sugere uma análise qualitativa quando o estudante deve verificar as transformações químicas que ocorrem entre o material envolvido na produção da embalagem com o alimento e, conseqüentemente, os possíveis prejuízos para a saúde do cidadão.

O tema proporciona a possibilidade da exploração de situações próximas da perspectiva educacional CTS, pois o item apresenta uma situação-problema que solicita aos participantes a seleção de critérios para a defesa do consumidor, no processo de compra e venda de alimentos industrializados.

A resposta oferece ao aluno a oportunidade de uma tomada de decisão, porém como sugerem os princípios associados ao enfoque CTS e a

alfabetização científica, a resposta poderia induzir qual o encaminhamento a ser adotado pelo cidadão que se defronta com uma situação análoga a esta. Apesar da aparente simplicidade, a questão tem potencial CTS, pois a mesma proporciona ao aluno a realização de uma associação do conhecimento científico com o seu cotidiano e permite uma análise crítica, aproximando-se, portanto, do enfoque CTS.

A questão apresenta a descrição de uma situação real. Evidencia, principalmente, dois problemas: a saúde e a defesa do consumidor. Também relaciona a tecnologia a necessidades essenciais da sociedade como alimentação e saúde, bem como disponibiliza dados científicos e argumentos na construção de uma escolha. Por isso, foi classificada na categoria um.

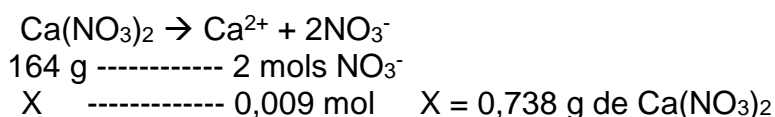
8) QUESTÃO 55/2015 1ª aplicação

A questão 55 / 2015 foi selecionada por envolver concentração de soluções de substâncias químicas.

Inicialmente, para resolver o item, o respondente deve verificar a reação de dissolução do nitrato de cálcio na água: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$.

Em seguida, deve realizar o cálculo da massa de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ necessária para obter 0,009 mol de íons nitrato em 1 L:

Massa molar do $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = (40) + (2 \times 14) + (6 \times 16) = 164 \text{ g/mol}$



Depois deve calcular a massa de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ que deve estar em 5000 L

$$\begin{array}{l} 1 \text{ L} \text{ ----- } 0,738 \text{ g} \\ 5000 \text{ L} \text{ ----- } Y \quad Y = 3690 \text{ g de Ca}(\text{NO}_3)_2 \end{array}$$

Assim, como cada litro de solução nutritiva possui 90 g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

$$\begin{array}{l} 1\text{L} \text{ ----- } 90 \text{ g Ca}(\text{NO}_3)_2 \\ Z \text{ ----- } 3690 \text{ g Ca}(\text{NO}_3)_2 \\ Z = 41 \text{ L de solução nutriente} \end{array}$$

A contextualização da questão aborda saúde e agricultura, pois se refere à produção de rúcula hidropônica, que é um vegetal que, devido às suas propriedades, proporciona vários benefícios para quem consome.

Por ser rica em vitaminas, minerais, ácido fólico e antioxidantes, a rúcula proporciona benefícios como o fortalecimento do sistema imunológico. Existe um potencial implícito nesta questão que poderia abordar situações cotidianas de interesse da sociedade, tais como, uso do solo, hortas domésticas, saúde humana e conhecimentos populares.

O item, no entanto, não requer do aluno a demonstração de competências e habilidades relacionadas à utilização de um vegetal fácil de cultivar e que produz vários benefícios para a saúde.

A questão, portanto, apenas tangencia um tema importante para a sociedade, sem uma apreciação do modo de se estudar e agir sobre a natureza e a sociedade, como cita Mascio (2010, p. 48).

O item exige conhecimentos de concentração de substâncias químicas, muitas vezes presentes na vida dos alunos, porém em um contexto que não exige dos estudantes competências e habilidades associadas ao enfoque CTS como, por exemplo, interpretações e intervenções sociais e o estabelecimento de relações qualitativas, requerendo apenas uma resolução quantitativa e a indicação de resposta.

Como esta questão não solicita argumentação nem elaboração de proposta e não requer domínio de responsabilidade social envolvida em decisão de natureza CTS, foi classificada na categoria dois.

9) QUESTÃO 59 / 2015 1ª aplicação

A questão 59/2015 foi escolhida e analisada por se tratar de reconhecimento de compostos químicos presentes na organização de um sistema biológico.

O item envolve uma análise predominantemente qualitativa, porém a resposta da questão se aproxima do comportamento livresco, conteudista e decorativo que caracteriza o ensino de Química. Não exige do aluno nem mesmo a memorização de fórmulas e da nomenclatura de compostos orgânicos, uma exigência de baixo nível cognitivo que o aluno resolve apenas com “treinamento”. Basta o aluno memorizar o grupo funcional de algumas funções orgânicas mais conhecidas para ter êxito na questão apresentada.

Excluindo o texto inicial, se o aluno dominar os procedimentos de construção de nomenclatura de compostos orgânicos ou, até mesmo, de simples reconhecimento de funções orgânicas, ainda assim terá sucesso na resolução desta questão. Isso mostra a fragilidade da construção de um item para um sistema que tem como objetivo avaliar o desempenho do estudante ao fim da Educação Básica e que poderia avaliar a promoção de uma educação para a cidadania, como estabelecido na LDBEN e na Constituição do Brasil.

A contextualização, nesta questão, mostrou-se de pouca importância para a sua resolução, uma vez que os três elementos da sua estrutura (texto-base, enunciado e alternativas) se apresentaram em situações independentes, não ocorrendo entre os elementos a coesão para uma articulação que explicitasse uma situação-problema. Trata-se, simplesmente, de uma identificação de funções orgânicas que são compostos orgânicos que têm estrutura química semelhante e, conseqüentemente, comportamento químico similar.

No que diz respeito ao enfoque CTS, objeto de investigação desta pesquisa, este tipo de questão não é adequado para ser utilizado no processo de avaliação da aprendizagem de um aluno ao final da Educação Básica.

O item contextualiza uma situação real, porém não oportuniza ao aluno possibilidades de tomada de decisão. A questão propõe uma análise qualitativa, sem uma visão abrangente e profunda, por isso foi classificada na categoria três.

4.2.6 Síntese da análise das questões associadas ao ensino de Química em relação ao enfoque CTS

No Quadro 6, podem-se observar as questões associadas ao ensino de Química correspondentes a cada categoria de análise estabelecida. As questões estão identificadas pela numeração progressiva correspondente na prova de cor azul.

Neste quadro, a categoria 1 agrupa as questões associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS; a categoria 2 reúne as questões superficiais e aparentemente associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS; e na categoria 3 estão as questões que não permitiram a construção de associações ou de aproximações com os pressupostos do enfoque CTS.

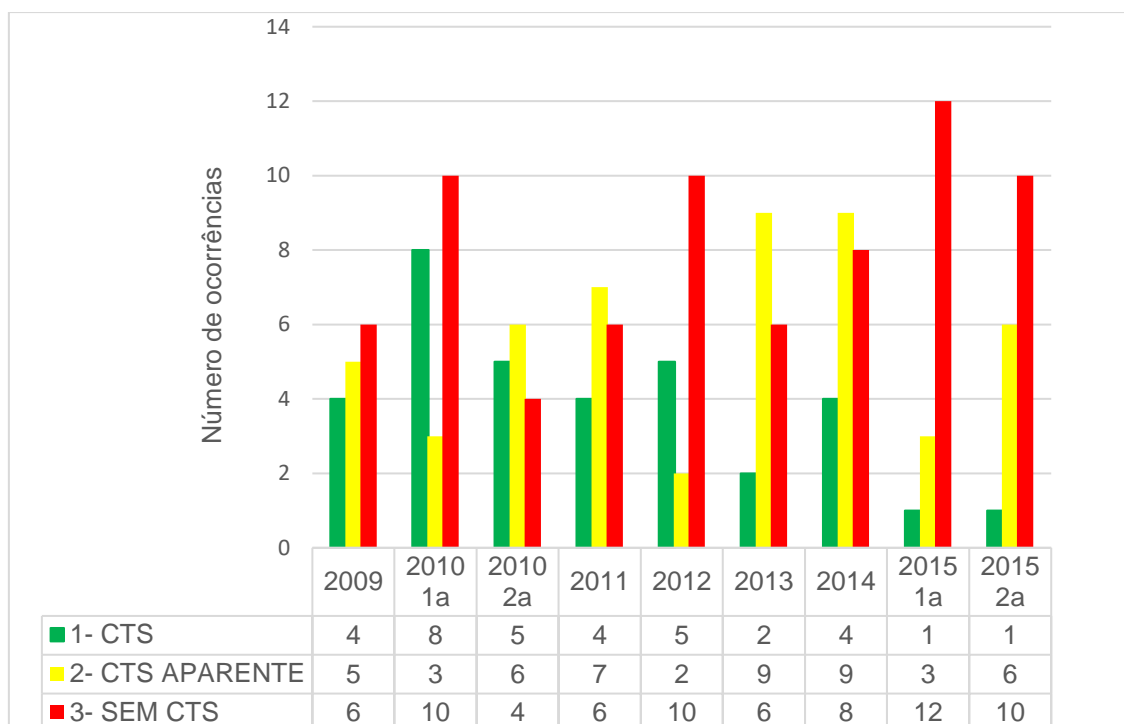
Quadro 6 – Questões associadas ao ensino de Química distribuídas por categorias de análise em relação ao enfoque CTS

	CATEGORIAS		
	1 (CTS)	2 (CTS aparente)	3 (sem CTS)
2009	1, 10, 23, 34	2, 6, 12, 26, 40	15, 29, 32, 36, 43, 44
2010 1 ^a	53, 57, 59, 60, 63, 67, 69, 90	58, 72, 85	50, 55, 65, 73, 74, 77, 79, 80, 82, 83
2010 2 ^a	55, 56, 74, 75, 90	53, 62, 73, 76, 77, 79	60, 80, 83, 87
2011	51, 71, 80, 85	50, 58, 59, 62, 75, 79, 90	52, 54, 55, 72, 81, 83
2012	53, 59, 70, 71, 84	69, 82	46, 49, 58, 63, 66, 76, 79, 86, 89, 90
2013	46, 67	49, 51, 54, 58, 59, 64, 69, 71, 74,	47, 68, 77, 81, 86, 90
2014	47, 49, 52, 86	48, 54, 56, 70, 71, 75, 78, 83, 88	51, 58, 59, 63, 65, 66, 77, 80
2015 1 ^a	58	47, 55, 80	51, 52, 59, 60, 62, 71, 73, 76, 77, 81, 84, 90
2015 2 ^a	53	50, 68, 74, 76, 80, 84	51, 52, 56, 59, 61, 69, 70, 71, 73, 82
SUBTOTAL	34	50	72
TOTAL	156		

Fonte: Dados da pesquisa.

No Gráfico 2, pode-se observar melhor o número total de questões por categoria de análise em cada ano de aplicação do exame.

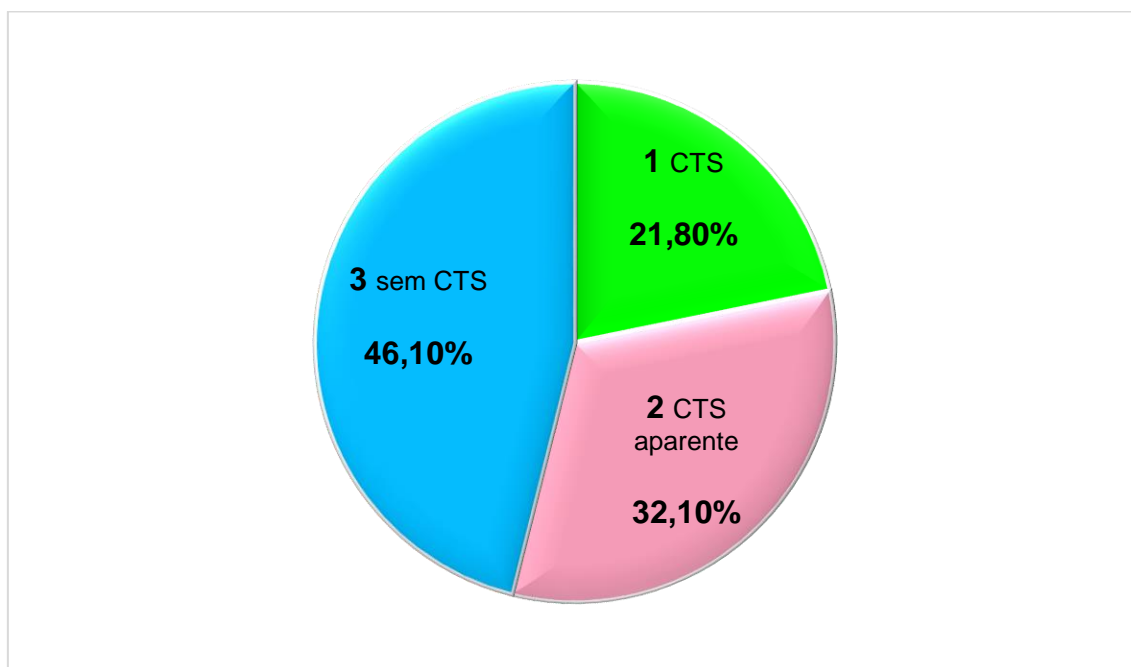
Gráfico 2 – Número de questões por categoria de análise/ano



Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se, no Quadro 6 e no Gráfico 2, que a investigação sobre a distribuição das questões de acordo com as categorias estabelecidas e suas aproximações à perspectiva CTS revela que a maior recorrência foi de questões alocadas na categoria três (46,1 %), seguidas de questões da categoria dois (32,1%). O grupo de itens de menor recorrência no novo Enem foi o de questões pertencentes à categoria um (21,8 %), justamente as questões associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS, como é mostrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Percentagem da distribuição das questões de acordo com as categorias CTS estabelecidas



Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de as orientações das construções de itens, por meio das competências e habilidades preconizadas, proporcionarem uma tendência para a produção de questões associadas ao enfoque CTS, os resultados obtidos nesta análise não confirmam esta orientação, como verificado no parágrafo anterior.

Esses resultados vão ao encontro do que afirmam Costa-Beber e Maldaner (2015, p. 48-49), em um estudo envolvendo conhecimentos químicos no novo Enem, ao verificarem que, mesmo as fundamentações teóricas deste exame estando mais próximas da noção de letramento científico, valorizando a função social desse conhecimento, a análise das questões se aproximaram mais da noção de alfabetização científica.

Os resultados também se aproximam das considerações de Mascio (2010, p. 76), quando este afirma que a triagem dos itens exhibe um procedimento de “composição da prova do Enem que não parece permitir abordar a Química de forma problematizadora, promotora de reflexões mais profundas acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade”.

A tendência observada nesta análise predomina, também, em algumas apreciações sobre as associações dos pressupostos CTS com questões de Física, uma outra disciplina da área de CNT, aplicadas no Enem.

Em um artigo sobre a análise de temas sociocientíficos (TSC) envolvidos nas edições do Enem de 2009 a 2012, por exemplo, Fernandes Sobrinho, Ramos e Santos (2016, p. 531) revelam que apesar de os itens de Física apresentarem certo teor de contextualização, boa parte deles trazem consigo baixo potencial ao estabelecimento de TSC. Isso sugere certo distanciamento das diretrizes do exame, de acordo com os documentos e orientações oficiais a ele pertinentes, o que requer uma revisão por parte dos elaboradores de itens para que sejam retomados os avanços identificados em algumas edições, ainda que relativamente pequenos.

4.2.7 Definição e descrição de subcategorias das questões associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS

Moraes e Galiazzi (2006, p. 118) observam que o processo de categorização da ATD, que reúne unidades de significados semelhantes, pode gerar vários níveis de categoria de análise.

Seguindo esta orientação a partir das categorias primitivas, iniciei um movimento no sentido de observar e classificar as questões selecionadas, em relação à ênfase que atribuem às inter-relações CTS, alcançando novamente, por meio do agrupamento por afinidade de sentidos, as subcategorias ou categorias finais.

As questões da categoria três não entram nesta análise por não permitirem associações em nenhum nível com os pressupostos do enfoque CTS.

Para a definição das subcategorias, utilizei a classificação sobre CTS proposta por Aikenhead (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 71) já citada na página 55 desta tese. Assim, com base nesta proposta, agrupei as categorias com maiores semelhanças entre si e estabeleci três subcategorias, que estão descritas no Quadro 7.

Quadro 7 – Subcategorias e descritores das questões associadas ao ensino de Química

	Subcategoria A	Subcategoria B	Subcategoria C
	CTS incorporado casualmente como elemento motivador	Questões de Química incorporadas ao enfoque CTS	Alusão ao conteúdo de Química no conteúdo de CTS
	Descritor	Descritor	Descritor
	Questões tradicionais de ensino de Química acrescidas de alusão aos princípios do enfoque CTS, sem a utilização de temas sociocientíficos.	Questões com ênfase no conteúdo de Química e que abordam os conteúdos das inter-relações CTS utilizando temas sociocientíficos.	Questões em que o conteúdo CTS é o foco principal. O conteúdo de Química é mencionado apenas para indicar uma vinculação às ciências.
Ano	Questões	Questões	Questões
2009	Todas as questões da categoria 2	1, 34	10, 23
2010 1ª		53, 60, 63, 67, 69, 90	57, 59
2010 2ª		55, 56, 74, 75, 90	
2011			51, 71, 80, 85
2012		53, 59, 70	71, 84
2013		46, 67	
2014		47, 49, 52, 86	
2015 1ª			58
2015 2ª		53	
Total		50	23

Fonte: Dados da pesquisa.

Das 34 questões da categoria um, 23 (67,6%) foram classificadas na subcategoria B e 11 (32,4%) na subcategoria C. Como já foi destacado no Quadro 7, todas as questões inicialmente classificadas na categoria dois foram agrupadas na subcategoria A.

Observa-se, portanto, que uma maioria significativa das questões da categoria 1, que são aquelas que estão associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS, pertencem à subcategoria B, ou seja, são questões com ênfase no conteúdo de Química e que abordam os conteúdos das inter-relações CTS, utilizando temas sociocientíficos.

Um número menor de questões da categoria 1 foi alocado na subcategoria C. São itens em que o conteúdo CTS é o foco principal e apenas fazem menção ao conteúdo de Química, que é citado somente para indicar uma vinculação às ciências.

4.2.8 Identificação dos conteúdos de Química em questões aplicadas no novo Enem

Como parte da análise das questões de Química associadas ao enfoque CTS, busquei identificar quais conteúdos desta disciplina escolar estão inseridos nos itens selecionados para esta pesquisa.

No Apêndice D, estão registrados os conteúdos utilizados em cada uma das 156 questões analisadas e, no Quadro 8, observa-se uma síntese do processo de análise.

Como observação, fica o registro de que algumas questões envolveram simultaneamente dois objetos de conhecimentos, sendo considerado para esta análise o objeto de conhecimento mais diretamente relacionado com a habilidade requerida.

Quadro 8 – Síntese dos conteúdos presentes nas questões analisadas das subcategorias

Objetos de Conhecimentos	Nº de Questões da subcategoria A	Nº de Questões da subcategoria B	Nº de Questões da subcategoria C	Total
1- Transformações químicas	3		1	4
2- Representação das transformações químicas	5	1		6
3- Materiais, suas propriedades e usos	3	2		5
4- Água	10 (20%)	1		11
5- Transformações químicas e energia	4	2	1	7
6- Dinâmica das transformações químicas		1		1
7- Transformação química e equilíbrio	9	1		10
8- Compostos de carbono	5	2		7
9- Relações da química com as tecnologias, a sociedade e meio ambiente	9 (18 %)	12 (52 %)	7 (63,6 %)	28
10- Energias químicas no cotidiano	2	1	2	5
Total	50	23	11	84

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas questões agrupadas na subcategoria A, em que o CTS é incorporado casualmente como elemento motivador, predomina o objeto de conhecimento “Água” com 20 % de ocorrência nesta subcategoria, seguido de “Relações da química com as tecnologias, a sociedade e meio ambiente”, “Transformação química e equilíbrio”, “Compostos de carbono” e “Representação das transformações químicas”.

Os itens desta subcategoria foram inicialmente classificados na categoria dois, em que estão alocadas as questões superficiais e aparentemente associadas aos pressupostos do enfoque educacional CTS. Nesse sentido, como afirma Prudêncio (2014, p. 93), o enfoque CTS não é entendido como um campo de conhecimento sistematizado, sendo visto apenas “como uma espécie de metodologia cuja função principal é a de deixar o ensino mais atraente”.

Essa concepção, como abordada nos itens distribuídos na subcategoria A, dedica um tratamento reducionista à importância do conhecimento químico para debater problemas sociais associados a esta disciplina escolar.

Chamo atenção para o fato de que o objeto de conhecimento “Água”, como apresentado nos documentos do Enem, mais especificamente nos objetos de reconhecimento associados à matriz de referências, não associado a questões sociais como, por exemplo, a importância do uso da água para a sociedade, permite pouca aproximação aos pressupostos do enfoque CTS, o que pode ser observado no Quadro 8.

Na realidade, o conteúdo proposto pelo Enem para este objeto de conhecimento se aproxima mais com os objetivos do ensino tradicional de Química, englobando conhecimentos escolares, tais como: ligação, estrutura e propriedades, sistemas em solução aquosa, soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões, solubilidade, concentração das soluções, propriedades coligativas das soluções, definição, conceitos, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura de ácidos, bases, sais e óxidos, entre outros.

Essa constatação vai ao encontro da afirmação de Santos (2002, p. 270), quando anuncia que o conteúdo, por exemplo, cálculos químicos, pode ser um fator limitante, uma vez que determinados conteúdos favorecem mais a introdução de aspectos sociocientíficos (ASC) do que outros.

Neste caso, vale a pena questionar por que alguns conteúdos, que levam o aluno a decorar termos de pouco significado, são privilegiados em detrimento

de outros que podem ser importantes para desenvolver a capacidade de compreender questões sociais relacionadas ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

O uso inadequado destes conhecimentos científicos se cristalizou como um método da tradição escolar, que valoriza mais a repetição sistemática de conteúdos de baixo significado para os alunos em detrimento da reflexão de contextos contemporâneos de interesse da sociedade, em um modelo que não questiona nem a estrutura social e nem a estrutura curricular.

Como afirma Zanon et al. (2004, p. 211), “o modelo orgânico de sistema, oriundo das Ciências Naturais, identifica-se com o funcionalismo sociológico desenvolvido a partir das teorias comportamentais, apresentando limitações semelhantes às do modelo mecanicista.”

Nas questões agrupadas na subcategoria B, em que as questões de Química estão incorporadas ao enfoque CTS, predomina o objeto de conhecimento de “Relações da química com as tecnologias, a sociedade e meio ambiente”, com 52 % de ocorrência nesta subcategoria. Observa-se, assim, que as questões que trazem incorporadas na sua resolução a exigência de conhecimentos relacionados a este objeto de conhecimento apresentam maior tendência de se aproximarem dos pressupostos teóricos do enfoque CTS.

O número maior de incidência desse objeto de conhecimento atesta que ele possui um conteúdo que proporciona forte aproximação com o enfoque CTS. No entanto, esse resultado aponta para a constatação de que, de modo geral, só foram construídas questões que se aproximam da perspectiva CTS quando esta relação está explícita no objeto de conhecimento, ignorando a subjetividade contida nos demais objetos de conhecimento que não mencionam de forma cristalina esta relação.

Por exemplo, o objeto de conhecimento “Transformações químicas e energia”, que tem como um de seus conteúdos “Equações termoquímicas”, apresentou apenas duas ocorrências nesta subcategoria.

Em sua tese de doutorado, Firme (2012) revela o potencial do ensino da termoquímica numa abordagem CTS, uma vez que este conteúdo pode possibilitar discussões tais como,

processos de produção de energia, combustíveis usados nesses processos, poder calorífico desses combustíveis, motores automotivos de combustão interna, questões ambientais decorrentes da queima de combustíveis, soluções plausíveis para resolver tais problemas etc. Enfim, poderia propiciar discussões mais amplas que transcendem a dimensão científica, pois é inerente a este tipo de abordagem contextualizar socialmente os conteúdos científicos por meio de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. (FIRME, 2012, p. 16).

Firme (2012, p. 16) conclui que a aprendizagem de conteúdos escolares de termoquímica “possibilitaria aos estudantes compreenderem, por exemplo, causas da poluição do ar provocada pela queima de combustíveis automotivos, subsidiando reflexões para o exercício de tomada de decisão”.

Fica demonstrado, portanto, que é possível elaborar questões em que os conhecimentos químicos perpassem por várias áreas do conhecimento e que envolvam questões sociais de relevância para a sociedade, utilizando conteúdo que não trazem, explicitamente, no seu título, na sua grafia, este tipo de abordagem, uma vez que vários conteúdos do ensino de Química carregam implicitamente um potencial para a construção de questões com este tratamento.

Nas questões agrupadas na subcategoria C, em que ocorre alusão ao conteúdo de Química nos princípios de CTS, também predomina o objeto de conhecimentos de “Relações da química com as tecnologias, a sociedade e meio ambiente” com 63,6 % de ocorrência nesta subcategoria.

Estas questões, como citam Santos e Schnetzler (2010, p. 71), dedicam “pouco enfoque no tratamento dos conteúdos científicos que são apresentados de forma complementar”, ou seja, não sendo também o idealizado em um processo de formação para a cidadania.

Neste sentido, Zanon et al. (2004, p. 208) destacam que é um equívoco imaginar o desenvolvimento de competências sem os conteúdos. Certamente, “ao se definirem competências necessárias ao exercício da cidadania, intrinsecamente são enfatizados conceitos fundamentais da Química, sem os quais não se desenvolvem tais competências”. Assim como conceber que a interdisciplinaridade no desenvolvimento dessas competências determinará o fim das disciplinas, configura-se em outra dedução equivocada.

É possível, nesta situação, embora complexa e com elevado grau de dificuldade, a elaboração de questões que utilizem conceitos químicos e que

mostrem que vários problemas ambientais que acontecem no Brasil são decorrentes de modelos de desenvolvimento que incorrem em práticas de emprego dos recursos naturais como fontes inesgotáveis.

Várias questões envolveram, simultaneamente, objetos de conhecimentos de outras disciplinas, além da Química, caracterizando o ensino interdisciplinar, sendo a subcategoria C a que apresentou maior ocorrência desta inter-relação, em especial com a Biologia.

Os objetos de conhecimentos abarcam vários tipos de conteúdo do ensino de Química. Assim, pode-se extrair desta análise que é o conteúdo envolvido e a utilização de temas sociocientíficos que proporcionam a aproximação com os elementos do enfoque CTS, com possibilidade de envolver implicitamente o conhecimento relacionado ao ensino de Química, tornando, deste modo, o ensino desta ciência mais significativo para os estudantes.

Diante dessa constatação, resolvi examinar os conteúdos envolvidos nos itens que não permitiram a construção de associações ou de aproximações com os pressupostos do enfoque CTS, com o objetivo de verificar se os conteúdos presentes nas questões possuem alguma influência para aproximação ou não dos pressupostos teóricos do enfoque CTS.

A síntese desta análise está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Síntese dos conteúdos presentes nas questões que não permitiram associações com o enfoque CTS

Objetos de Conhecimentos	Nº de Questões	%
1- Transformações químicas	4	5,6
2- Representação das transformações químicas	9	12,5
3- Materiais, suas propriedades e usos	8	11,1
4- Água	9	12,5
5- Transformações químicas e energia	10	13,9
6- Dinâmica das transformações químicas	0	0
7- Transformação química e equilíbrio	1	1,4
8- Compostos de carbono	22	30,5
9- Relações da química com as tecnologias, a sociedade e meio ambiente (sem associação com os fundamentos do enfoque CTS)	8	11,1
10- Energias químicas no cotidiano	1	1,4
Total	72	

Fonte: Dados da pesquisa.

Entre as 156 questões associadas ao ensino de Química do novo Enem, 72 não apresentam nenhum potencial de associação com o enfoque CTS.

Observa-se, na Tabela 2, que alguns objetos de conhecimento que tiveram baixa aplicação nas questões em que o conhecimento químico está incorporado ao enfoque CTS, aparecem com destaque na análise dos itens que não estão associados aos princípios da perspectiva educacional CTS.

Entre esses objetos, destaca-se, com 30,5% de ocorrência, o objeto de conhecimento oito, “compostos de carbono”, que apresenta alta incidência sem associação com enfoque CTS, mesmo os compostos de carbono possuindo forte potencial para este tipo de relação por estar presente na composição de vários tipos de matéria e por ser essencial para a vida (animal e vegetal).

O carbono (C) é um elemento químico tetravalente e é fundamental para o estudo da Química Orgânica, portanto, a presença do carbono é essencial no nosso cotidiano. A não utilização desse objeto para uma educação cidadã, como observado na Tabela 2, ocorre, provavelmente, pelo modo como a Química Orgânica vem sendo ministrada, privilegiando a apreensão de conceitos, classificações e nomenclaturas, em detrimento de discussão de problemas sociais que podem ser contemplados nesta subárea da Química.

Em referência a esses resultados, os excertos extraídos das entrevistas com os professores elaboradores são significantes para uma reflexão sobre os conteúdos de Química.

[P₆] “Eu penso que tem muito conteúdo e o professor não tem a preocupação de ministrar aulas que apresentem algum significado para o aluno, que hoje, já sabe que dificilmente ele vai utilizar os conceitos aprendidos nas aulas de Química, na sua vida ou até mesmo em alguma situação de ensino. O ensino de Química como é ministrado só serve para o aluno realizar uma prova como o Enem ou o vestibular. Depois se ele não for fazer um curso próximo aos de Química, nunca mais ele vai precisar deste tipo de conhecimento”.

[P₄] “Eu vou ser bem claro, eu acho que, até o primeiro, segundo ano, é muito conteúdo. Eu acho que deveria dar uma enxugada nos conceitos principais da Química. Eu acho que, se você conseguisse passar os conceitos principais, principalmente da cinética dos processos, e da parte da termodinâmica dos processos, e uma visão bem CTS mesmo, da importância desses conhecimentos para você entender uma coisa do dia a dia sobre alimentos, sobre produtos, a gente estaria dando uma excelente contribuição..... esquecer mais aquela parte de nomenclatura, aquela parte classificatória”.

Em relação ao excesso de conteúdo no ensino de Química e sobre que tipo de contribuição esse conteúdo pode proporcionar para o processo de formação do cidadão, dois entrevistados, assim se manifestaram:

[P₅] “Eu penso que não é só professor de Química, mas isso é uma prerrogativa, eu imagino, para todos os professores. O professor tem que formar cidadãos capazes de tomar decisões, mas isso aí não existe, porque o aluno está sendo preparado para o vestibular e só”.

[P₈] “Se o cara aprender tudo isso, ele vai ser cientista. Ele vai ser cientista, ele vai trabalhar dentro de um laboratório, vai pesquisar. E não é o que a LDB quer”.

Nas entrevistas com os professores, foram abordadas algumas propostas no sentido de implementar, no ensino de Química, medidas que a médio prazo pudessem proporcionar oportunidades de aprendizagem relacionadas aos elementos do enfoque CTS, como admitem as competências e habilidades do Enem, permitindo uma mudança de concepção nos cursos.

O seguinte questionamento foi realizado: Que interações relativas ao enfoque CTS deveriam ser tratadas em um curso de formação de professores de Química?

Embora alguns professores entrevistados tenham mencionado propostas pragmáticas para o ensino de Química, que não conciliam com o pensamento CTS, a maioria dos entrevistados apresentou propostas de acordo com esta perspectiva educacional, como exemplificam os excertos a seguir.

[P₄] “O foco principal é a ética na ciência, que eu acho que é um foco importantíssimo, porque o nosso País nessa crise total de ética, se ele não tiver pelo menos o conhecimento mínimo, porque o conhecimento técnico nem precisa falar, mas a parte de cidadania, de ética, de compromisso com a química verde, de você tentar diminuir ao máximo de resíduos de poluentes e tal, eu acho que esse foco deveria ser dado ao CTS para os outros cursos, nas disciplinas. É você sempre mostrar, procurar demonstrar este impacto que aquela tecnologia tem no meio produtivo, no meio ambiente”.

[P₄] “Eu acho que o maior problema que deve ser atacado é o desenvolvimento sustentável. Acho isso importantíssimo, porque isso ela cria um ciclo vicioso de todas as outras coisas, da química verde, da reciclagem. Então eu acho isso importantíssimo, economia para o desenvolvimento sustentável é um tema importantíssimo, ele gera toda a parte do CTS, inclusive ele tem que estar baseado nisso aí”.

Fica evidente que tanto as análises desenvolvidas nesta seção, como os excertos recortados das entrevistas com os professores, mostram que o tratamento dado ao conteúdo de Química é um problema que precisa ser melhor abordado nos processos de ensino e de aprendizagem desta disciplina escolar, uma vez que o excesso de conteúdo e o uso inadequado deste se tornam obstáculos para a construção de itens que envolvam os princípios teóricos do enfoque CTS.

4.3 Análise de relações entre as concepções emanadas das competências e habilidades do Enem, em relação ao enfoque CTS, com as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química aplicadas no Enem de 2009 a 2015

Após a identificação das competências e habilidades do Enem, da área de Ciências da Natureza, associadas aos pressupostos da perspectiva educacional CTS (ver seção 4.1), realizei uma análise para construir inferências resultantes da confrontação das concepções sobre o enfoque CTS, emanadas das C&H investigadas, com as concepções presentes em questões associadas ao ensino de Química, aplicadas no Enem de 2009 a 2015.

Comparando as DCNEM específicas ao ensino de Química com a matriz de referência de CNT do Enem, pode-se, por interseção, deduzir que existe um grupo de C&H que, simultaneamente, pertence aos dois conjuntos, ou seja, tanto ao ensino de Química quanto aos pressupostos do enfoque CTS (Quadro 9).

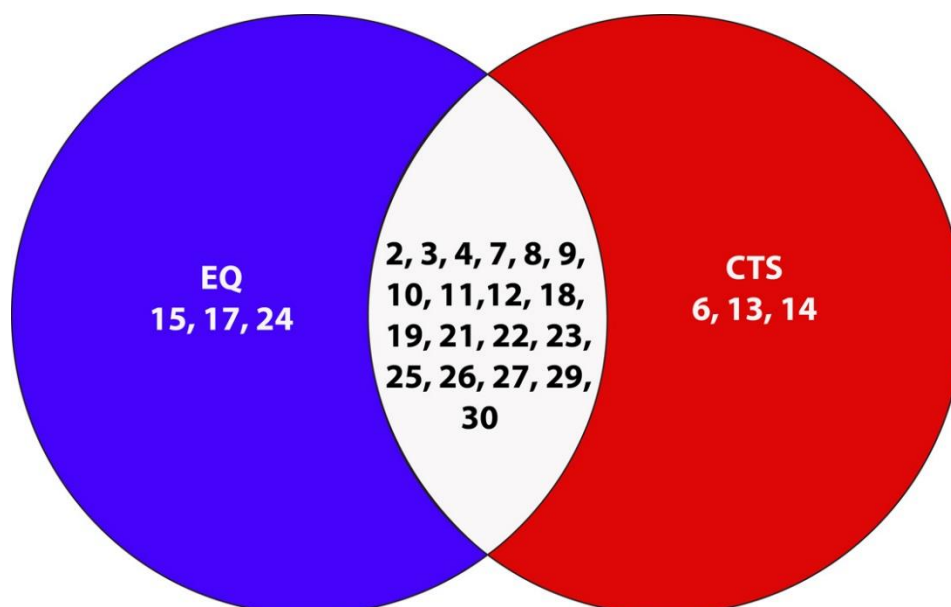
Quadro 9 – Competências (C) e habilidades (H) de CNT que possuem, simultaneamente, associação com o ensino de Química (1) e com o enfoque CTS (2)

Competências e Habilidades – Enem																																	
C1				C2			C3					C4				C5			C6				C7				C8						
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3				
	X	X	X			X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
2	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X		X	X	X		X	X	X			X	X			

Fonte: Dados da pesquisa.

No total, 19 habilidades apresentam associação simultaneamente com o ensino de Química e com o enfoque CTS. As habilidades assim associadas são: H2, H3, H4, H7, H8, H9, H10, H11, H12, H18, H19, H21, H22, H23, H25, H26, H27, H29, H30. Na Figura 11 esta interseção é melhor visualizada.

Figura 11 – Interseção de habilidades comuns ao ensino de Química e aos princípios do enfoque CTS



Fonte: Dados da pesquisa.

A única competência que não apresenta habilidades com associação simultânea é a C4 (compreender interações entre organismos e ambiente, em particular, aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais). Todas as outras apresentam esta correlação.

A C7 é a competência mais fortemente ligada ao ensino de Química. Do grupo de habilidades que compõem a C7 (apropriar-se de conhecimentos da Química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas), apenas a habilidade 24 não apresenta associação simultânea.

A competência de área 7 privilegia a utilização de conceitos da Química e espera que o aluno “aplique conhecimentos químicos em situações cotidianas para caracterização e uso de materiais e substâncias, avaliando seus riscos e benefícios para o meio ambiente e a economia” (BRASIL, 2014, p. 28).

A utilização pelos elaboradores desta competência oportuniza a contextualização de problemas reais como, por exemplo, o citado por Neder (2013, p. 145-146), ao afirmar que a indústria química não consegue gerenciar com segurança, de modo sustentável, o processo de produção, consumo e descarte de resíduos e subprodutos, além de descartáveis. “Com isto, as substâncias, subprodutos e produtos plásticos continuarão a inundar o planeta como resultado desta matriz tecnológica da indústria da química sintética”.

Todas as habilidades da competência 3 apresentam correlação simultânea (associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos).

A competência de área 3 “privilegia a compreensão da natureza como um sistema complexo e dinâmico. O participante é instado a identificar, reconhecer, compreender e analisar os desequilíbrios gerados pelas interferências nos sistemas naturais” (BRASIL, 2014, p. 27). Logo, temas associados à Química verde ou à utilização de matérias-primas renováveis poderiam, por exemplo, ser abordados no emprego das habilidades da C3 para a construção de itens do Enem.

Este grupo resultante de C&H possui, portanto, seguramente, potencial para ser utilizado na elaboração de questões associadas ao ensino de Química comprometido com os pressupostos da educação CTS, que exigem, do aluno, a demonstração de domínio de C&H fortemente ligadas aos elementos do enfoque CTS.

A análise das questões aplicadas no novo Enem, no entanto, revelou que predominou a utilização de competências que são muito próximas da formação dos professores elaboradores, no caso as competências C5 e C7. A recorrente utilização destas competências acontece, principalmente, pelo motivo de que as mesmas estão associadas, respectivamente, às habilidades H17, H18, H19 e H24, H25, H27, que são fortemente relacionadas ao ensino de Química e que apresentam maiores incidências no novo Enem, como pode ser observado, sem muito esforço dedutivo, na Tabela 3 e, mais detalhadamente, no Apêndice E.

O resultado sobre as C&H utilizadas derivou de um exercício empírico e não oficial, pelo motivo já mencionado da ausência do RP-Enem dos últimos exames, podendo ocorrer divergências em um estudo com ponto de vista

diferente deste. O objetivo aqui é apenas verificar se a tendência revelada nas análises e nas discussões anteriores sobre as C&H do Enem também foi observada na aplicação do exame. Por essas circunstâncias, não realizei este processo de análise com todas as questões.

Para chegar a essa dedução, tive que inferir quais competências e habilidades foram empregadas em cada questão aplicada nos exames de 2013, 2014 e 2015 1ª aplicação. Em seguida, verifiquei a frequência com que as C&H foram utilizadas nas questões analisadas.

Tabela 3 – Incidência de competências e habilidades no Enem nos exames de 2013, 2014 e 2015 1ª aplicação

C&H	2013	2014	2015 1ª apl.	Competências		Habilidades	
				Total	%	Total	%
C3	2	2		4	7,41		
H8							
H9	1					1	1,85
H10	1	2				3	5,56
H11							
H12							
C4		1		1	1,85		
H13							
H14		1				1	1,85
H15							
H16							
C5	10	12	7	29	53,7		
H17	7	5	4			16	29,62
H18	2	4	3			9	16,67
H19	1	3				4	7,41
C6		2		2	3,70		
H20							
H21							
H22							
H23		2				2	3,70
C7	5	4	9	18	33,34		
H24	2	1	7			10	18,52
H25		2	2			4	7,41
H26							
H27	3	1				4	7,41
Total				54		54	

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos exames de 2013, 2014 e 2015 1ª aplicação, as competências C5 e C7, juntas, e seis habilidades associadas, respectivamente, a estas duas competências (H17, H18, H19 e H24, H25, H27) representam cerca de 87 % do total de ocorrências de C&H, sendo que a utilização de outras C&H, de igual potencial CTS, foi apenas residual.

Embora as habilidades predominantes proporcionem condições para avaliar questões sociais, ambientais, econômicas e de produção e consumo de recursos energéticos, elas também remetem a um tipo de conteúdo já cristalizado no modo de ensinar e avaliar o ensino de Química, desenvolvido como fim e não como meio, tais como: utilização de tabelas, emprego de relações matemáticas em Química, uso de códigos, símbolos, classificações e nomenclaturas, entre outros. Este modelo de ensino se aproxima mais do processo de formação ainda instituído na educação brasileira que, de um modo geral, prioriza o conteúdo científico escolar e desqualifica os conhecimentos sociais e populares do cotidiano, conferindo-lhe, algumas vezes, apenas um “verniz” textual do uso destes conhecimentos.

Fica evidente, portanto, que questões que priorizam a memorização sistemática de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis na Educação Básica e, em especial, no ensino de Química.

Sobre a dificuldade de elaborar questões com potencial CTS associadas às competências e habilidades que possuem este potencial, os professores elaboradores entrevistados relataram que os principais obstáculos para concretizar esta relação é consequência de alguns paradigmas cristalizados no ensino de Química, tais como: a resistência do professor, a falta de conhecimento sobre a concepção CTS, a formação do professor, a complexidade do enfoque CTS, a infraestrutura educacional e a mentalidade dos alunos e dos pais dos alunos.

Quatro excertos, extraídos das entrevistas com os professores elaboradores, que podem ajudar a compreender estes resultados, são apresentados a seguir.

[P5] “Os professores tiveram muita dificuldade para elaborar questões porque eu acho que o professor não está acostumado com estas questões. O professor está acostumado com questão assim: Descreva isso, determine isso. Quando

chega para elaborar uma questão do Enem, que ele tem que contextualizar, justificar aquelas respostas e dizer por que estão erradas, onde o aluno deve tomar uma decisão, é muito difícil para os professores que não foram formados assim”.

[P₈] “Eu acho que a gente está ainda muito aquém, a gente é ainda muito tradicional. As aulas ainda são muito tradicionais, a própria aula só serve para demonstrar que tu estás dizendo a verdade quando tu deverias estimular o aluno a pensar. A gente não está ensinando o nosso aluno a pensar. A maioria fica naquela repetição e quando o nosso aluno chega na sala de aula pega o livro didático e vai dar aula”.

[P₁] “Têm três dificuldades para inserir CTS nas aulas de Química: problema de formação de professores, problema de infraestrutura e problema de mentalidade dos alunos. Eu acho que a abordagem CTS envolve uma abordagem, um envolvimento maior dos alunos do que o método tradicional”.

[P₂] “O maior problema é a resistência por parte de professores que preferem ministrar as aulas na forma tradicional, em seguida vem a falta da compreensão do que é o enfoque CTS”.

Deduz-se, desses excertos e nos resultados discutidos, que o Enem é um processo avaliador da educação brasileira que não reflete o que acontece no cotidiano das salas de aula do Brasil, como citou um dos professores entrevistados:

[P₈] “A elaboração de questões de Química para o Enem não tem nada de reflexo da prática pedagógica diária do professor, porque se fosse assim as aulas seriam do jeito que o Enem quer”.

Sobre a responsabilidade atribuída ao professor, para que ocorra uma mudança na sala de aula do modo como o ensino de Química é praticado e que possa ter ressonância na elaboração de questões que se aproximem da perspectiva educacional CTS, assim se reportou outro entrevistado:

[P₈] “Eu acho que isso não é só do professor, eu acho que tem que vir de cima também. Tem que vir da parte do governo, quando vai selecionar o cara que vai estar lá na coordenação da Capes, do CNPq. Eles não têm que só consultar o cara, eles têm que ver o que a sociedade está precisando para colocar aquele cara ali. Porque não adianta eu falar uma coisa aqui, o cara chegar no mestrado, doutorado dele e ver que foi só utopia o que ele discutiu no ensino de graduação, porque ele vê que o que vale é isso aqui. Então tem que vir de cima para chegar o momento que tenha transformação, porque se não for assim, não vai acontecer”.

Alguns professores elaboradores entrevistados também relataram uma neutralização, um “engessamento” proporcionado pelos critérios para a elaboração de itens recomendados pelo Inep, sem a liberdade acadêmica que possuem para elaborar questões livremente em acordo com o conteúdo que ministram nas suas aulas. Expuseram, também, o fato de que as orientações para a construção de itens do Enem tornaram este processo univariante, o que é incompatível com a concepção CTS.

[P₅] “Eu penso o seguinte: existe uma obrigação, aí vem uma crítica desse material (do Inep),não pode isso, não pode aquilo, não pode colocar tal coisa, ou pode, até para evitar questões jurídicas no futuro. Eu penso que ficou uma coisa quadrada, eu vou falar. Quadrada no sentido de não fugir a um padrão. Ficou engessada, salvo quando eles colocam uma imagem, mas, ainda assim, naquela imagem, a gente tem que obedecer a vários outros quesitos de não pode isso, não pode aquilo”.

[P₄] “Eu posso te garantir que não tem nenhuma questão do Enem que te cobre isso, de Química, porque elas são contraditórias com os pressupostos que são passados para os professores que a questão deve ter. Elas entram em conflito com o check list. Cara, não é possível você fazer este tipo de questão, porque quando você faz a resposta ao item, você tem que ser focado só em um item. Como você vai fazer análise? Avaliação? Você tem que ser univariante no tipo de conceito que você vai cobrar. Eu fiz uma questão lá que era sobre solo, onde eu colocava várias situações de solo. [Avaliador da questão] “isso que você está fazendo é uma questão multidisciplinar, não pode”. Isso era só para o aluno saber que se o solo está pobre, era porque tinha pouco nitrito, não tinha nada. Só que para o aluno avaliar, ele tinha que saber a concepção de um solo ruim, de um menos ruim, e o avaliador disse que tinha múltiplas coisas, múltiplos conceitos envolvidos. Que loucura! ”

[P₄] “Acredito que existe uma combinação de dois fatores que limitam a construção de questões associadas ao enfoque CTS : o primeiro, diz respeito aos critérios exigidos pelo Inep para elaboração dos itens, nos quais constam alguns requisitos que me parecem contraditórios entre si e também dificultam ou impossibilitam fazer uma questão que esteja mais alinhada com o enfoque CTS, ou seja, no caso do ensino de Química, que cobre um conhecimento de Química que seja relevante num contexto sócio científico ou sócio tecnológico. O segundo, está relacionado ao despreparo ou falta de qualificação dos revisores, que não conseguem diferenciar entre cobrar o conhecimento de um conceito específico, como elemento principal para resolver a questão, e a questão ter apenas um único conceito sendo apresentado e abordado, tanto no texto da questão, como no comando da questão. Neste caso, questões que cobram habilidades que envolvam análise ou avaliação de situações problemas, típicas do enfoque CTS, acabam sendo desqualificadas pelos revisores, muitas vezes pela alegação de conter múltiplos conceitos. No meu caso particular, da minha experiência, como elaborador, na grande maioria das vezes os meus itens foram rejeitados porque

estavam realmente procurando seguir os princípios do enfoque CTS, como por exemplo questões relativas às habilidades H26 e H27 de Ciências da Natureza”.

[P₁] “..... Eu vou dizer mais: nem o cara que vem ministrar o curso consegue elaborar uma questão com aquilo que ele mesmo preconiza. Foi muito engraçado. Ele veio aqui e disse: ‘vou apresentar a vocês o modelo ideal de questão’. Foram cinco, seis modelos de questões, uma era pior do que a outra. Você derruba todas. Você diz que não pode, mas a sua questão tem isso, tem aquilo, ao ponto que ficou um negócio..... Praticamente o curso acabou, porque ele não conseguiu mostrar nenhuma questão de Física, das quais ele colocou como exemplo, que atendesse a tudo aquilo que eles cobravam da gente”.

O resultado obtido empiricamente é a antítese da expectativa revelada nas análises das C&H. As relações teóricas entre as concepções emanadas das competências e habilidades do CNT, em relação ao enfoque CTS, com os conteúdos de Química selecionados pelo Enem são potencialmente fortes, porém por diversos motivos que afloraram na análise desta tese, esta potencialidade de realização não se concretiza na prática, quando se faz esta comparação com as questões associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem.

A priorização de poucas competências e habilidades e o uso restrito de determinados conteúdos na elaboração dos itens, em detrimento de C&H e objetos de conhecimento potencialmente favoráveis à elaboração de questões associadas ao enfoque CTS, além do processo de formação do professor no Brasil e do processo de elaboração de itens instituídos pelo Inep, são os empecilhos mais explícitos para a elaboração de questões associadas a um ensino de Química que se aproxime dos princípios teóricos do enfoque CTS, que solicitam do aluno a demonstração de domínio de C&H associadas à formação cidadã.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo destas considerações finais é o de responder aos questionamentos iniciais desta tese, além de revelar reflexões decorrentes da análise dos resultados, da observação e da construção dos referenciais teóricos.

Este trabalho teve como principal objetivo analisar, com base nos pressupostos da perspectiva curricular CTS, as relações entre as competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem com as questões associadas ao ensino de Química deste exame, no período compreendido entre 2009 a 2015. Para isso, foi necessário verificar se as competências e as habilidades possuem associações com os pressupostos teóricos da perspectiva CTS, além de analisar o conteúdo e a estrutura das questões associadas ao ensino de Química, verificando como ocorreu a aproximação destas questões com os princípios da perspectiva educacional CTS.

A análise desenvolvida nesta investigação demonstrou que existe grande aproximação das competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias com os princípios do enfoque CTS e que ocorrem aproximações, em diferentes níveis, entre os pressupostos do enfoque CTS com as questões associadas ao ensino de Química. Quanto às relações entre as competências e habilidades com as questões associadas ao ensino de Química, observou-se uma tênue aproximação, uma vez que as análises mostraram um grande potencial das competências e habilidades, em relação ao enfoque CTS que, porém, não foram exploradas na construção das questões.

Em relação à análise da associação entre as competências e as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias com os pressupostos teóricos da perspectiva CTS, ficou claro que ocorre uma forte aproximação, visto que as C&H induzem a uma expectativa de aplicação de conhecimentos científicos com uma abordagem de problemas e situações cotidianas em questões de relevância social, em uma perspectiva interdisciplinar integrando as três disciplinas que compõem a área: Química, Física e Biologia.

Mesmo as competências e habilidades mais relacionadas às especificidades inerentes às disciplinas Química, Física e Biologia permitem a aproximação com os princípios teóricos da perspectiva educacional CTS, pois

admitem abordagens que oportunizam ao aluno situações como resolver situações-problema, aplicando conhecimentos químicos em questões socialmente relevantes, avaliando os riscos e os benefícios da utilização de substâncias químicas em processos essenciais para esta sociedade.

Esse potencial é proporcionado pela condição que as competências e habilidades citadas possuem de conferir sentido ao que se ensina e ao que se aprende, característico da perspectiva curricular CTS, contrapondo o ensino tradicional de conceitos isolados. Assim, é perceptível que ocorre forte nível de aproximação das competências e habilidades analisadas com os pressupostos do enfoque CTS.

A intensa aproximação entre competência e habilidades com os princípios do enfoque CTS se dá, principalmente, pela constatação de que estas competências e habilidades têm o potencial para propiciar o exercício da cidadania em relação aos muitos aspectos da vida, como, por exemplo, apropriar-se de informações e avaliar os riscos e benefícios presentes em processos científicos e tecnológicos.

Quanto à análise da associação entre as questões de Química com os elementos do enfoque CTS, foi verificado que apenas um pequeno número de questões apresenta situações problemáticas concretas, requerendo considerações e avaliações sobre situações reais para os alunos. Em alguns itens, é perceptível a solicitação de demonstração de competências relacionadas à capacidade de tomada de decisão com a manifestação de atitudes e valores, essenciais para o desenvolvimento da autonomia cidadã.

Em poucas questões de Química analisadas, ficaram evidenciadas a ciência e a tecnologia funcionando como meio para respostas a problemas sociais e não como fins em si mesmas. São questões que se aproximam dos pressupostos teóricos do enfoque CTS por meio da utilização de temas científicos socialmente relevantes.

Desse modo, ficou demonstrado que um número menor de questões analisadas apresenta forte aproximação com o enfoque CTS, implicando a necessidade de uma reflexão crítica por parte dos estudantes, em um contexto que não deixa de realizar a abordagem de conhecimentos científicos em detrimento das discussões sociais.

As questões de Química que apresentam forte aproximação com os princípios do enfoque CTS envolvem, principalmente, objetos de conhecimento e conteúdos em que esta associação está explicitamente grafada em seus títulos, sendo desprezados, de modo geral, os objetos de conhecimento restantes que envolvem questões sociais de relevância para a sociedade.

Observou-se, também, que algumas questões “tradicionais” de ensino de Química, sem a utilização de temas sociocientíficos, possuem possibilidade de aproximação com os elementos do enfoque CTS, porém apenas tangenciaram esta perspectiva educacional, mostrando certa dificuldade da elaboração em relação a este aspecto, contrariando o potencial constatado nas C&H. São itens em que o enfoque CTS foi incorporado casualmente como elemento motivador em uma pretensa contextualização.

Geralmente são questões de Química que abordam problemas escolares disciplinares, mas que não tocam no cerne de problemas sociais e não perpassam por outras áreas de conhecimento, o que caracterizaria a interdisciplinaridade inerente aos fenômenos naturais abordados.

Por outro lado, em várias questões analisadas, os conhecimentos relativos ao ensino de Química permanecem raramente relacionados entre si e aos contextos sociais vivenciados fora de situações escolares, resultando em um processo de aprendizagem superficial, limitado e que pouco contribui para o desenvolvimento de competências sociais, que é um objeto da Educação Básica. São questões que não possibilitaram nenhum tipo de aproximação com o enfoque CTS.

Sobre a análise da associação entre competências e habilidades e as questões de Química, é importante observar que um exame com base em C&H sugere uma superação de propostas fundamentadas essencialmente em uma organização disciplinar, adotando uma concepção de conteúdos que vá além dos conhecimentos científicos escolares, incluindo aspectos afetivos e atitudinais.

O Enem e o vestibular têm sido constantemente citados por alguns autores e muitos professores de Química como justificativa para não seguir um ensino contextualizado com interação, com a ciência e com a tecnologia. No entanto, esta pesquisa revelou que a orientação das competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem proporciona boas

condições para a adoção da perspectiva educacional CTS na disciplina escolar referida.

O processo de análise dos itens, porém, evidenciou que as habilidades que apresentaram maior incidência nas provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do novo Enem referem-se a conhecimentos como utilização de tabelas, códigos e nomenclatura da Química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas. Com raras exceções, estes conhecimentos químicos são ensinados de modo tradicional, ou seja, com a exigência simples de memorização.

A revelação de que as competências e habilidades apresentam forte relação com os princípios do enfoque CTS, e de que esta associação intensa não é refletida plenamente na elaboração das questões de Química aplicadas no novo Enem, compromete os princípios que baseiam o exame, uma vez que, geralmente, ocorre o uso excessivo de conhecimentos conteudistas, de pouco significado para os alunos e que requerem, muitas vezes, somente a fixação de informações.

Na análise dos resultados desta tese, em vários momentos, foi possível observar que existem elementos CTS nas orientações do Enem. Há em menor medida nas questões ligadas a conteúdos de Química. Mas os professores ainda se ressentem de formação específica para ampliar a abordagem CTS, com a qual concordam unanimemente, nas questões elaboradas. Não é por falta de coerência nos documentos oficiais, portanto, que os aspectos de verificação de competências e habilidades não estão mais fortemente embasados na formação para a cidadania.

A menção de princípios do enfoque CTS, nas competências e habilidades do Enem, de modo geral, pelo menos nas questões de Química aplicadas no novo Enem apareceu apenas como uma simples figura de retórica, ao passo que o pequeno número de itens associados a este enfoque deve ser atribuído ao arrojo de elaboradores, uma vez que, por diversas contingências, provavelmente, não tiveram esta perspectiva educacional contemplada na sua formação, como mostram pesquisas com este objetivo, referenciadas nesta tese.²⁹

²⁹ Entre as pesquisas referenciadas estão as seguintes obras: Santos e Schnetzler (2010); Beltran e Ciscato (1991); Auler (2007); Auler e Bazzo (2001); Prudêncio (2014); Silva e Oliveira (2009); e Chassot (2003a).

É perceptível que na elaboração de algumas questões aplicadas no novo Enem, utilizando competências e habilidades com potencial CTS, alguns conhecimentos que fazem parte do cotidiano dos alunos, ao serem aplicados em problemas escolares, são ignorados enquanto que outros de pouca familiaridade para os estudantes são gerados, ocasionando o surgimento de um exame de conceitos e conteúdo que despertam pouco interesse por parte dos respondentes.

É necessário ressaltar que o sistema orientado pelo Inep para a construção de itens do Enem, que se direciona para um questionamento univariante, dificulta a construção de questões que contemplem a concepção CTS em sua plenitude, neutralizando o potencial das competências e habilidades, assumidas na matriz de referência, que se aproximam desta perspectiva educacional.

As evidências empíricas propiciadas pelas análises realizadas nesta pesquisa ofereceram subsídios para constatar que, além das competências e habilidades, o modo como os objetivos escolares são utilizados na elaboração das questões também são determinantes na possibilidade ou não dos itens possuírem associação com os elementos do enfoque CTS.

Independente da elaboração dos itens ocorrer de forma intuitiva ou deliberadamente intencional, consciente ou inconscientemente, determinados conteúdos do ensino de Química se tornam indutores ou condutores, no sentido de direcionar a um processo de construção de questões não associadas aos princípios do enfoque CTS, em virtude da forte relação que alguns componentes do conteúdo desta área de conhecimento possuem com a clássica formação inicial dos professores que são elaboradores e/ou revisores.

O que aumenta a dependência do conteúdo para ocorrer, ou não, uma associação com os princípios do enfoque CTS é o tratamento inadequado que estes conteúdos curriculares recebem quanto aos seus objetivos como fim e não como meio no processo educacional.

Na realidade, todos os objetos de conhecimento, na sua essência, possuem potencial para serem utilizados na formulação de itens associados aos princípios do enfoque CTS. É necessário, porém, uma compreensão mais efetiva de seus significados para a formação do aluno na Educação Básica.

É essencial, portanto, que o elaborador compreenda que utilizar as competências e habilidades, com potencial uso social, para elaborar questões com a perspectiva do enfoque CTS, não significa deixar de abordar conteúdos científicos da ciência moderna; pelo contrário, devem-se apresentar os conceitos científicos, porém contextualizados e significativos para o aluno, pois ao resolver um item com aspecto conhecido como “tradicional” ou “clássico”, o respondente demonstra conhecimentos de Química exigidos na questão. O aluno, porém, não tem a oportunidade de mostrar como utilizar estes conhecimentos na sua vida.

O fato de que nos resultados desta tese observou-se uma frágil representação de questões associadas ao enfoque CTS é, ao mesmo tempo, decepcionante e positivamente surpreendente.

Esta dualidade, com essências completamente distintas, é explicada pela constatação de que diversas competências e habilidades analisadas revelaram grande potencial, embora pouco explorado, para a produção de itens relacionados com esta perspectiva educacional, uma vez que possuem valores pertinentes à função social da ciência, compreendendo questões práticas. No entanto, mesmo observando que várias pesquisas brasileiras consultadas mostram que a formação dos professores elaboradores / revisores não contribuiu até hoje para uma qualificação no sentido de relacionar os problemas de Química com questões socialmente relevantes, ainda assim, alguns itens se aproximaram dos elementos do enfoque CTS.

Esta investigação revelou que a dicotomia gerada entre o potencial teórico do Enem e a realidade da aplicação deste exame, em relação ao enfoque CTS, não tem explicação em um só fator, tendo uma série de variáveis que contribuem para esta falta de concordância.

Os fatores que concorrem para esta dualidade são: o tipo de formação e qualificação do professor elaborador / revisor; o modo como o ensino de Química é desenvolvido e que leva ao uso concentrado e excessivo de competências e habilidades propícias ao desenvolvimento de um ensino memorialístico; o conteúdo escolar abordado na questão, geralmente desenvolvido como fim e não como meio; as orientações técnicas do Inep para a elaboração das questões, algumas vezes contraditórias com os objetivos do enfoque CTS; e, principalmente, a compreensão, algumas vezes inadequada, do significado dos

conhecimentos aprendidos na Educação Básica para a formação do aluno / cidadão, percebendo a função social da ciência, como referido na LDB.

A dificuldade de associar as aulas de Química com o cotidiano dos alunos, observada na fundamentação teórica desta tese e relatada por alguns professores entrevistados, pode ter como consequência a dificuldade de os estudantes aprenderem significativamente o ensino desta disciplina, pois, assim, os mesmos não associam os conhecimentos químicos como importantes para as suas vidas.

Ainda que não se disponha de dados conclusivos, é provável que a falta de correspondência entre as competências e habilidades do Enem e a aplicação dos itens resulte de situações que podem ser explicitadas na análise das entrevistas com os professores elaboradores. Assim, os indícios extraídos durante as entrevistas e na posterior transcrição indicam que, embora os professores entrevistados, provavelmente, não sejam os elaboradores das questões analisadas, eles podem ajudar a explicar melhor a análise desses itens.

De acordo com o discurso dos professores entrevistados, a orientação de que os conteúdos escolares trabalhados em sala de aula devam estar em consonância com as questões sociais, para se constituírem como instrumentos para a prática da cidadania, não é seguida plenamente no exercício da docência. Assim, é possível inferir que a ausência parcial desta prática possa ser refletida na elaboração de questões para o Enem. Pode-se, também, deduzir que os documentos oficiais da educação brasileira estão à frente da práxis do professor.

Quanto às questões associadas ao enfoque CTS, de modo geral, nas palavras dos professores resta apenas tentar fazer o melhor, pois todos os docentes entrevistados concordam que é essencial fazer uso dos princípios desta perspectiva educacional, mas que, no entanto, não foi contemplada, nem na formação destes professores nem na qualificação proporcionada pelo Inep.

Os entrevistados, também, relataram que a qualificação promovida para habilitar os docentes para a elaboração de questões de Química do Enem, por si só, não se mostra suficiente para promover a compreensão da perspectiva CTS em uma vertente mais social.

O fato de existir harmonia na relação estabelecida entre as competências e habilidades e os pressupostos do enfoque CTS não significa que isso represente uma certeza ou facilidade aos docentes que almejem desenvolver

questões associadas aos elementos desta perspectiva educacional, pois é necessário que o elaborador possua subsídios e argumentos que permitam desenvolver tais questões, já que não se trata da aplicação de uma simples intervenção pedagógica.

É necessário reconsiderar o uso exclusivo de métodos tradicionais no ensino e rever concepções sobre os objetivos educacionais, principalmente, referentes à formação cidadã, em que o estudante pode se identificar com os seus problemas, que não se resumem a conhecimentos que podem ter sido simplesmente memorizados, e influir nas decisões de interesse da sociedade.

A noção reconhecida pelos entrevistados de que apenas o domínio de conteúdos escolares científicos não é suficiente para proporcionar um ensino contextualizado significativo para os estudantes e a apreensão de habilidade e argumentos para a realização de reflexões sobre problemas sociais relevantes pode dotar o elaborador de competências para construir questões de interesse para o bem-estar da sociedade, em um processo de ensino capaz de promover não apenas o aprendizado de conteúdos científicos de Química, mas que os alunos possam também desenvolver habilidades como o pensamento crítico e a argumentação a favor desta sociedade, diante de problemas da vida real, em contextos ambientais, econômicos e éticos, entre outros.

Por outro lado, a possibilidade de inclusão de novas tendências no ensino de Química implica outras atribuições para os professores envolvidos na Educação Superior e formadores de novos professores, e que talvez não tenham formação apropriada para lidar com estes conhecimentos. Surge, então, a necessidade dos professores se qualificarem no sentido de alcançarem outras competências.

É preciso refletir sobre a constatação de que esta é uma equação controvertida e complexa, pois o sistema educacional brasileiro, em que os elaboradores e revisores foram formados, não é orientado para o desenvolvimento sistemático de competências e habilidades. Conseqüentemente, os seus alunos também terão sua formação comprometida quanto a esta orientação. Assim, como avaliar um tipo de conhecimento que não foi desenvolvido no processo de ensino e aprendizagem por nenhum dos atores do exame: professores da Educação Básica, professores elaboradores, professores revisores e estudantes?

Creio que nenhum professor discorda da ideia de formar cidadãos críticos a partir de aulas de Química, para que o aluno possa entender e se posicionar sobre questões tecnocientíficas que afetam a sociedade, já que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem proporcionado motivo para esta discussão. A dificuldade é que, de modo geral, os docentes e a estrutura educacional brasileira não estão preparados para estabelecer as condições práticas necessárias que fomentem posturas críticas e construtivas que favoreçam o bem-estar social, como, por exemplo, propor uma atividade que exija do estudante uma reflexão acerca de um problema de interesse da sociedade e que envolva conhecimentos de Química.

As derivações pedagógicas desta situação configuram algumas reflexões extraídas das entrevistas com os professores elaboradores, tais como: a necessidade de envolver questões como ética e o desenvolvimento sustentável no currículo, a resistência do professor em sair da zona de conforto, a complexidade do enfoque CTS, a formação e a capacitação do professor, o excesso de conteúdo no ensino de Química, entre outras.

Enfim, apresento a possibilidade, como proposta para os cursos de graduação da Faculdade de Química, Licenciatura em Química, Química Industrial e Bacharelado em Química, além do curso de Engenharia Química do Instituto de Tecnologia da UFPA e do curso de Pós-Graduação em Química, da inclusão de disciplinas que possam refletir sobre os objetivos do enfoque CTS, assim como dos objetivos da Educação Básica, nível de ensino em que os nossos futuros professores irão desenvolver suas atividades profissionais como educadores.

Penso ser necessária, também, a implementação de um núcleo de pesquisa em educação Química na UFPA que poderá vir a se constituir em um espaço de formação específica para professores desta disciplina escolar, em qualquer nível de ensino, com maiores possibilidades de aproximação com os avanços educacionais, como por exemplo, o enfoque CTS.

Esta proposta leva em consideração o potencial revelado nesta pesquisa de o ensino de Química ser ministrado em uma perspectiva de integração entre os conteúdos escolares de Química e os elementos do enfoque CTS, e da potencialidade, nesse sentido, das competências e habilidades apontadas oficialmente para o ensino desta disciplina e que os estudantes da Educação

Básica devem se apropriar de um processo de formação para o exercício da cidadania e que permitam ao cidadão com compreensão do conhecimento químico agir e compreender a sociedade.

Entendo que a formação do cidadão é um processo contínuo que não começa na escola e não termina ao fim da Educação Básica. Mas penso que a disciplina Química, pela importância que tem para os seres vivos e para o meio ambiente, pode contribuir com importantes ações formativas neste sentido. Não se deve confundir, porém, esta afirmação com a fragilização dos conteúdos escolares.

Fica evidente, portanto, que a implementação de um ensino que construa e solicite dos alunos competências e habilidades, como previstas na matriz de referências de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem, possibilita uma aprendizagem de Química na Educação Básica que permite ao aluno a apreensão dos procedimentos químicos e da construção de conhecimentos científicos estreitamente associados com as aplicações tecnológicas e suas consequências sociais e, portanto, as decorrências ambientais.

Na Educação Básica, encontramos, com muita frequência, alunos refratários às aulas de Química. Assim, é necessária uma integração interdisciplinar dos conhecimentos, em decorrência da estreita relação entre os problemas escolares de Química e os problemas reais a serem resolvidos, que vão desde situações essenciais para a sociedade como alimentação até problemas ambientais. A partir desta perspectiva, os conhecimentos podem ser ensinados valorizando os conteúdos científicos, porém dentro de um contexto real, em uma proposta de participação na sociedade e mais interessante para o estudante.

Devido às constantes desigualdades entre as camadas sociais no acesso à ciência e à tecnologia, é essencial que o ensino de Química adote, em seu currículo, as discussões inerentes ao bem-estar social. Portanto, é necessário romper com um ensino que não atende às necessidades de formar o tipo de cidadão que a sociedade contemporânea brasileira exige. E como, neste sentido, os cursos de formação de professores falham, esta cisão deve incluir, como prioridade, a revisão curricular das licenciaturas e promover uma qualificação adequada aos educadores em relação a este complexo assunto.

É necessário, portanto, que o professor de Química tenha entre seus objetivos o de realizar o ensino dos conhecimentos científicos relacionados com as situações observadas na sociedade, para dar, a esta, uma visão plena das aplicações e das consequências do conhecimento químico para sustentar uma discussão e tomar suas decisões sobre as questões de interesse coletivo e de seus interesses específicos.

Assim, ainda que tardia, a inclusão de atividades que discutam problemas sociais no ensino de Química é necessária, pois atualmente não é mais possível admitir um ensino sem significado para o aluno e sem um amplo sentido social, em que os estudantes sejam privados de adquirirem discernimento sobre valores atitudinais e de compromisso social, sendo indispensável a participação de todos os setores da sociedade para que ocorra, na prática, uma mudança na concepção dos objetivos educacionais e, conseqüentemente, no modo de ensinar e de aprender a ciência Química. Sabemos que isso não se consegue em um átimo.

Compreendo, também, que a realidade da educação brasileira ainda é complexa, pois a estrutura escolar e os problemas sociais do país são entraves para o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da sociedade de maneira mais justa. Superar estes obstáculos passa a ser um grande desafio para o sistema educacional. Para isso, deve-se conciliar a prática dos professores com as teorias educacionais que visam a este objetivo, melhorar a qualificação e as condições de trabalho dos professores e proporcionar melhores condições sociais aos estudantes.

A esperança é de que no futuro não se pronuncie mais uma frase que, por desconhecimento de uma parcela considerável da população, incomoda os químicos e foi frequentemente pronunciada pelos elaboradores nas entrevistas: “a química é vilã”. Ou, de modo pejorativo, esta outra frase: “este produto tem química”.

Finalizando, na concepção e no desenvolvimento desta pesquisa, considerei a possibilidade de proporcionar contribuições para um ensino de Química mais significativo, disciplina escolar que de um modo geral é desinteressante para os estudantes, e, principalmente, avaliei a oportunidade de fornecer para os professores elaboradores do novo Enem uma pesquisa detalhada sobre as questões de Química deste exame, objetivando oferecer

subsídios a estes elaboradores, para que tenham a oportunidade de construir questões com conhecimentos que se aproximem da perspectiva educacional CTS, que neste estudo apresentaram baixa incidência. E foi desta perspectiva que procurei revelar informações que tragam aporte neste sentido.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen. The Integration of STS into Science Education. **Theory Into Practice**, v. 31, n. 1, p. 27-35, 1992.

AIKENHEAD, Glen. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, Glen S. **STS education**: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

AKAHOSHI, Luciane Hiromi. **Uma análise de materiais instrucionais com enfoque CTSA produzidos por professores em um curso de formação continuada**. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v.7, n.1, p. 15-27, 2001.

ANTUNES, Celso. **Trabalhando habilidades**: construindo ideias. São Paulo: Scipione, 2001.

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

AULER, Décio. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 248 f. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1-6, mar. 2003.

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas (SP), v. 1, número especial, nov. 2007.

BAETA, Anna Maria Bianchini et al. **Educação ambiental**: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2008.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2007. 158 p.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; VON LINSINGEN, Irlan. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.

BAZZO, Walter Antonio. et al. (Ed.). **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid. Organização dos estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003. 172p.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 3. ed. Florianópolis (SC): Editora UFSC. 2011. 254 p.

BELTRAN, Nelson Orlando; CISCATO, Carlos Alberto Mattoso. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991. 243 p.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto Editora, 2013. 336p.

BORDENAVE, Juan Diaz; PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. Petropolis (RJ): Vozes, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério da educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002a. 144p.

BRASIL, Ministério da educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio: Documento Básico**. Brasília: MEC/Inep, 2002b. 27 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório Pedagógico Enem 2002**. Brasília, DF: Inep, 2002c. 191 p.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, v. 2. Brasília, 2006. 135 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório Pedagógico Enem 2004**. Brasília, DF: Inep, 2007. 179 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matrizes de referência**. v. 4, Brasília, DF: Inep, 2010a. 25 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Guia de elaboração e revisão de itens**. v.1, Brasília, DF: Inep, 2010b. 17 p.

BRASIL, Ministério da educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Sobre o Enem**. 2011. <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório Pedagógico Enem 2009 - 2010**. Brasília, DF: Inep, 2014. 133 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório Pedagógico Enem 2011 - 2012**. Brasília, DF: Inep, 2015. 236 p.

BRITO, Licurgo Peixoto de; GOMES, Nilzilene Ferreira. O Ensino de Física através de temas no atual cenário de ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 6., 2007, Florianópolis (SC). **Anais...**: Florianópolis (SC): ABRAPEC, 2007. p. 1-11.

BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; SANTIN FILHO, Ourides; PASSOS, Marinez Meneghello. Mapeamento da produção científica brasileira a respeito do Enem (1998-2011). **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v.14, n. 41, p. 233-260, jan./abr. 2014.

BULGACOV, Sérgio. Estudos comparativo e de caso de organização de estratégias. **Organizações & Sociedade (O&S)**, Salvador (BA), v.5, n. 11, p. 53-76, jan./abr. 1998.

CALIXTO, Vivian dos Santos; GALIAZZI, Maria do Carmo. A disciplina de monografia como espaço coletivo de produção de experiências sobre se professor/pesquisador. **Revista debates em ensino de Química (REDEQUIM)**, Recife (PE), v. 1, n.1, p. 36-47, out. 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003. 120 p.

CARVALHO, Larissa Merizio de. **Diálogos entre educação formal e não formal no ensino médio público**: potencial pedagógico para a alfabetização científica com enfoque CTSA. 2014. 169 f. Dissertação (Mestrado). Instituto

Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória (ES), 2014.

CARVALHO, Lizete Maria Orquiza de; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. **Formação de professores e questões sociocientíficas no ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2012. 399 p.

CASAGRANDE, Eliane; SANTOS, Rogério Sebastião dos; MORELLI, Sonia Maria Dornellas. Transversalidade na escola. **Akrópolis**, Umuarama (PR), v.12, n. 3, p. 185-186, jul./set. 2004.

CHASSOT, Áttico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí (RS): Unijuí, 2003a.

CHASSOT, Áttico. **Educação com Consciência**. Santa Cruz do Sul (RS): Edunisc, 2003b.

CHASSOT, Áttico. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas (RS): Ulbra, 2004. 161 p.

COLL, César; MARTÍN, Elena et al. **Aprender conteúdos e desenvolver capacidades**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

COSTA-BEBER, Laís Basso; MALDANER, Otavio Aloisio. Um Estudo sobre as Características das Provas do Novo Enem: Um olhar para as questões que envolvem conhecimentos químicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 44-52, fev. 2015.

ESTEVES, Simone de Araújo. **Percepções acerca da Ciência e da Tecnologia de alunos de licenciatura em Ciências Biológicas tendo em vista os Estudos CTS**. 2009. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FARIAS, Robson Fernandes de. **Química, ensino e cidadania: pequeno manual para professores e estudantes de prática de ensino**. São Paulo: Edições inteligentes, 2005. 92 p.

FERNANDES, Carolina dos Santos. **O Exame Nacional do Ensino Médio e a educação química: em busca da contextualização**. 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

FERNANDES, Carolina dos Santos; MARQUES, Carlos Aberto. Ciência, tecnologia e sociedade e a perspectiva freireana de educação: possíveis convergências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 7., 2009, Florianópolis (SC). **Anais...**: Florianópolis (SC): ABRAPEC, 2009. p. 1-12.

FERNANDES, Carolina dos Santos; MARQUES, Carlos Alberto. A contextualização no ensino de ciências: a voz de elaboradores de textos teóricos e metodológicos do exame nacional do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre**, v. 17, n. 2, p. 509-527, 2012.

FERNANDES SOBRINHO, Marcos; RAMOS, Tiago Clarimundo; SANTOS, Luiz Pereira dos. Temas sociocientíficos (des)velados no Enem: potencialidades à ampliação de fontes e de gêneros textuais ao ensino de Física. CIDTFF - Indagatio Didactica - Universidade de Aveiro, vol. 8(1), julho 2016, p. 514-433.

FIRME, Ruth do Nascimento. **A abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino da termoquímica**: análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos. 2012. 290 F. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 148 p.

GATTI, Bernardete A.; Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, Campinas (SP), v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out./dez., 2010.

GEPEQ– Grupo de Pesquisa para o Ensino de Química. **Interações e transformações III**: a Química e a sobrevivência: atmosfera – fonte de materiais: Química – Ensino Médio: guia do professor. São Paulo: Edusp, 1998.

GIL, Antonio Carlos. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2010. 286 p.

GOULART, Janete Teresinha de Aquino. **Aprendizagem e não-aprendizagem**: duas faces de um mesmo processo? Ijuí (RS): Unijuí, 2001.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. 262 p.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo: Cortez, 2007. 104 p.

LOPES, Alice Casimiro; LOPES, Silvia Braña. A performatividade nas políticas de currículo: o caso do Enem. **Educação em Revista [online]**. Belo Horizonte. v.26, n.1, p.89-110, abr. 2010.

LOPES, José Guilherme da Silva; FREITAS-REIS, Ivoni. **Reflexos sobre a formação de professores e educação química**: contribuições de um Programa de Pós-Graduação em Química. São Paulo: Livraria da Física, 2015. 233 p.

LÓPEZ CERESO, José Antonio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 41-68, 1998.

LUCA, Anelise Grunfeld de. **O ensino de Química nas leituras de embalagens/rótulos**. São Paulo: Livraria da Física, 2015. 134 p.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUFTI, Mansur. **Os ferrados e os cromados: Produção social e apropriação privada do conhecimento químico**. Ijuí (RS): Unijuí, 2005.

MACENO, Nicole Glock; RITTER-PEREIRA, Jaqueline; MALDANER, Otavio Aloisio; GUIMARÃES Orliney Maciel. A Matriz de Referência do Enem 2009 e o Desafio de Recriar o Currículo de Química na Educação Básica. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, São Paulo, v. 33, n. 3, p.153-159, ago. 2011.

MAGALHÃES, Mariza. **Tudo o que você faz tem a ver com Química**. São Paulo: Livraria da Física, 2007. 68 p.

MALDANER, Otávio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores / pesquisadores**. Ijuí (RS): Unijuí, 2000.

MANASSERO, Maria Antonia; VÁZQUEZ, Ángel. Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Tarbiya*, v. 27, p. 27-56, 2001.

MARCELINO, Leonardo Victor; RECENA, Maria Celina Piazza. Possíveis influências do novo Enem nos currículos educacionais de Química. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 53, p. 148-177, set/dez. 2012.

MARTINS, Lígia Márcia. **A formação social da personalidade do professor: um enfoque vigotskiano**. Campinas (SP): Autores associados, 2007.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto (Org.). **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson, 2012.

MASCIO, Carlos César. **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): articulações entre a educação Ciência, Tecnologia e Sociedade e a proposta nacional para o ensino de química**. 2009, 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2010.

MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Piccoli; ALVES FILHO, José de Pinho. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, São Paulo (SP), v. 31, n. 3, p. 165-171, ago. 2009.

MIRANDA, Elisangela Matias. **Tendências das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade nas áreas de Educação e Ensino de Ciências: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas**. 2012. 292 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2012.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v.9, n. 2, p.191-211, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v.12, n.1, p.117-128, 2006

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. 224 p.

MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí (RS): Unijuí, 2004.

MOURA, Romero Marinho de. Rachel Carson e os agrotóxicos 45 anos após Primavera Silenciosa. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 5 e 6, p.44-52, 2008-2009.

NEDER, Ricardo T. Tecnologia sob os direitos humanos de quinta geração? A democratização da gestão tecnológica. In: NEDER, Ricardo T. (Org.). **CTS - Ciência Tecnologia Sociedade e a produção de conhecimento na Universidade**. Brasília (DF): UnB/Capes-Escola de Altos Estudos, Cadernos Primeira Versão, Série 1, Construção Social da Tecnologia, n. 4, 2013. cap. 4, p. 141-166.

NOVELLO, Tanise Paula; LAURINO, Débora Laurino; VANIEL, Berenice Vahl. Professores e tutores a distância: o emergir na práxis pedagógica. **Contexto & Educação**, Ijuí (RS), ano 27, n.88, p. 244-262, jul/dez. 2012.

NUNES, Albino Oliveira et al. **Ácidos e bases: discutindo os conceitos das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade**. São Paulo: Editora da Física, 2015.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

OLIVEIRA, Caio. F et al. Contextualização e desempenho em exames de Ciências da Natureza: O "Novo Enem". In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 9., 2013, Águas de Lindóia (SP). **Anais...**: Águas de Lindóia (SP): ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

PALACIOS, Eduardo Marino García et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**. Cuadernos de Iberoamérica. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Madrid, España, 2001.

PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina; GEHLEN, Simoni Tormohlen; MEZALIRA, Sandra Mara; SCHEID, Neusa Maria John. Enfoque CTS na

pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 9, n. 3, 2009.

PEREIRA, Rafaela Erasmi de Souza; MOREIRA, Leonardo Maciel. Caracterizando as questões de química do Enem (2009-2010) na perspectiva da alfabetização científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia, SP. **Anais...ENPEC, ABRAPEC**, 2015. P. 1-8.

PIERSON. Alice Helena Campos et al. Abordagem CTS na perspectiva de licenciados em Química. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. 2005. 305 f. Tese (Doutorado) - programa de pós-graduação em educação científica e tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) no ensino médio. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru (SP). **Anais** Bauru (SP): ENPEC, 2005.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v.13, n. 1, p.71-84, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**. EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). n. 49/1, marzo, 2009.

PINTO, Monike Gabrielle de Moura; PACHECO, Ricardo de Aguiar. O Enem como referência para o ensino de História. **Cadernos da Pedagogia**. São Carlos, Ano 8, v.8 n.15, p. 76-85, jul/dez. 2014.

PISA 2006: **Competências em ciências para o mundo de amanhã**. Volume 1: Análise. São Paulo: Moderna, 2008. 404 p.

PRUDÊNCIO, Christina Andréa Vianna. **Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica**: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia. 2013. 149 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2014.

QUADROS, Ana Luiza de; DANTAS FILHO, Francisco Ferreira. **Ações construtivas em Química**: compartilhando experiências. Campina Grande (PB): EDUEPB; São Paulo: Editora da Física, 2015. 212 p.

REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v.7, n.3, p.746-772, 2008.

RICARDO, Elio Carlos. **Competências Interdisciplinaridade e contextualização**: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o Ensino de Ciências. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de casos no ensino de Química**. Campinas (SP): Átomo, 2009. 106 p.

SANTOS, João Ricardo Viola dos; DALTO, Jader Otavio. Sobre análise de conteúdo, análise textual discursiva e análise narrativa: investigando produções escritas em Matemática. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. 5., 2012, Petrópolis (RJ). **Anais...**, Petrópolis (RJ): SIPEM, 2012. p. 1-20.

SANTOS, Míriam Stassun dos; AMARAL, Carmem Lúcia Costa; MACIEL, Maria Delourdes. Temas sociocientíficos (leite) em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p. 115-121, 2010.

SANTOS, Wildson Luiz. Pereira dos. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão**: Principais características e condições para a sua implantação na Escola Secundária Brasileira. 1992. 209 f. Dissertação. (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 1992.

SANTOS, Wildson Luiz. Pereira dos. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. 2002. 336 f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n.3, p.611-620, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma Perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas (SP), v.1, número especial, nov, 2007.

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

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-12, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos et al. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.20, p. 11-14, nov. 2004.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos et al. Química e sociedade: ensinando Química pela construção contextualizada dos conceitos químicos. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação no Brasil**. Ijuí (RS): Unijuí, 2007. cap 3, p. 67-87.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos et al. Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educiô Química (EduQ)**, n. 3, p. 20-28, 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí (RS): Unijuí, 2010. 365 p.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza (Coord). **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005. 742 p.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza (Coord.). **Química cidadã: Ensino Médio – Química - 1ª série – Manual do Professor**. 2ª ed. v. 1. São Paulo: AJS, 2013. 136 p.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, Atico; OLIVEIRA, J. R. de. **Ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **A formação do cidadão e o ensino de CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Ijuí (RS): Unijuí, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 4. ed. rev. atual. Ijuí (RS): Unijuí, 2010. 159 p.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de química de 1875 a 1978**. 1980. 183f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 1980.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova, São Paulo**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001. 138 p.

SILVA, Erivanildo Lopes da. **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores**. 2007. Dissertação (Mestrado). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SILVA, Camila Silveira da; OLIVEIRA, Luiz Antonio Andrade de. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In: NARDI, Roberto (Org). **Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. cap. 3, p. 43-57.

SILVA, Osmair Benedito da; OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de; QUEIROZ, Salete Linhares. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. cap. 10, p. 323-344.

SILVA, Rita de Cassia. O professor, seus saberes e suas crenças. In: GUARNIERI, Maria Regina (org.). **Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência**. Campinas (SP): Autores associados, 2000. cap. 2, p. 25-44.

SOARES, Magda. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-17, jan./fev./mar./abr. 2004.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. 128 p.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988.

SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade. **Prática Pedagógica em Química: Oficinas Pedagógicas Para o Ensino de Química**. Belém (PA): EditAEDI/UFPA, 2015.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru (SP), v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003a.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 88-102, 2003b.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. 9. ed. Petrópolis (RJ): Vozes, 2012. 201 p.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987. 175 p.

VAITSMAN, Enilce Pereira; VAITSMAN, Delmo Santiago. **Química e meio ambiente: ensino contextualizado**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 252 p.

VASCONCELOS, Tomás Noel Herrera et al. Proposta de atividades com enfoque CTS para professores de química. In: SEMINÁRIO HISPANO-BRASILEIRO DAS ATIVIDADES RELACIONADAS COM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 2., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2012. p. 377-388.

VAZ, Caroline Rodrigues; FAGUNDES, Alexandre Borges; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: uma revisão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Ponta Grossa (PR). **Anais...** Ponta Grossa (PR): SINECT, 2009. p. 98-116.

VIANNA, Heraldo Marelin. **Avaliações em debate: Saeb, Enem, Provão**. Brasília: Plano Editora, 2003. 83 p.

VON LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, nov. 2007.

ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio; GAUCHE, Ricardo; SANTOS, Wildson Luis Pereira dos. Química. In: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica (Org.). Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**, Brasília (DF), 2004, p. 207-257.

ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio. **Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007.

ZUCCO, César; PESSINE, Francisco B.T.; ANDRADE, Jailson B. de. Diretrizes curriculares para os cursos de química. **QUÍMICA NOVA**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 454-461.1999.

Apêndices

APÊNDICE A - Roteiro da entrevista semiestruturada individual gravada

EIXO 1

- 1- Formação / Graduação
- 2- Sexo: () M () F
- 3- Idade: anos.
- 4- Você permite que alguns dados sejam extraídos do seu currículo lattes para ajudar a construir o perfil dos sujeitos entrevistados relativo ao campo educacional, como por exemplo, a sua formação acadêmica e a sua produção científica?
- 5- Você é professor há quantos anos?
- 6- Durante a sua formação, você teve contato com o enfoque CTS? Em qual momento? Graduação? Pós-Graduação?

EIXO 2

- 7- O que você pensa da seguinte afirmativa: A ciência produz tecnologia que é utilizada para o bem-estar da sociedade em um processo linear. A sociedade como um todo (todas as classes sociais) tem igual acesso aos produtos tecnológicos?
- 8- Você conhece a concepção CTS? Em caso positivo, qual a sua concepção sobre o enfoque CTS? Para você, qual a importância da concepção CTS no processo educacional?
- 9- Quais as principais dificuldades para a aplicação do enfoque CTS?
- 10- Você acredita que no contexto da atual Faculdade de Química da UFPA é possível a aplicação da perspectiva curricular CTS nas disciplinas de conceitos de Química? Justifique!
- 11- Você acredita que nas disciplinas que você ministra é possível a inclusão de situações de ensino próximas do enfoque CTS? Justifique!
- 12- Que dimensões, relativamente as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), necessitam ser trabalhadas, problematizadas, no processo de formação inicial e continuada de professores de Química, quando se busca contemplar as interações no processo educacional?
- 13- O que seria para você uma prática de ensino que vise uma formação cidadã do aluno?
- 14- Você acredita que a escassa aplicação do enfoque CTS no ensino de Química se dá pela complexidade de implementar esta concepção educacional ou pela pouca compreensão dos professores sobre o enfoque CTS?
- 15- Alguma vez você já participou de uma reunião ou discussão em sua faculdade sobre o currículo do curso, envolvendo o processo de formação cidadã ou sobre as habilidades e competências necessárias à promoção da alfabetização científica, segundo o enfoque educacional Ciência, Tecnologia e sociedade ou mesmo de elementos próximos à perspectiva educacional CTS?
- 16- Na sua concepção, a sociedade deve participar da avaliação da CT e também da definição da Política Científico-Tecnológica (PCT)? Qual a análise que você faz em relação aos aspectos apresentados nessa situação?
- 17- Você acredita que deve fazer parte da formação de professores de Química, no contexto de uma aula, a discussão sobre a formulação de uma PCT (Política Científico-Tecnológica pensada a partir da sociedade). Ou seja, o campo educacional e o campo de formulação de políticas para ciências e tecnologia são próximos? Que aspectos você poderia comentar em relação a essa situação?

18- Sobre o papel da ciência e sobre a discussão de neutralidade, observe estas duas afirmações relatadas pelo prof. Licurgo Brito, extraídas de um evento ocorrido no início da década de 1980 e presenciado pelo citado professor: (1) “A ciência não faz nem bem nem mal, quem faz o mal é quem faz mau uso dela” (Prof. Bassalo) (2) “Ciências são construções humanas, assim já existe uma intencionalidade” (prof. Benedito Nunes). Que comentário você pode fazer sobre esta aparente contradição ou dicotomia?

EIXO 3

19- Você acredita que atualmente os processos de ensino e de aprendizagem em Química podem alcançar o objetivo planejado? Ou seja, você acha que a metodologia expositiva utilizada na maioria das aulas, caracterizada por transmissão e aquisição conceitual e excesso de conteúdo, é suficiente para promover a aprendizagem?

20- Hoje, diante do panorama em que se desenvolve a educação no Brasil, você acredita que o ensino de Química é significativo para os alunos?

21- Para você, qual o principal objetivo do ensino de Química? De que maneira, você pensa que o conhecimento adquirido no ensino de Química deve ser utilizado pelos seus alunos?

22- Levando em consideração o “estado da arte” do sistema educacional brasileiro, em particular o ensino de Química, e considerando também uma situação hipotética em que um aluno aprende tudo que for ensinado sobre Química pelo seu professor, eu faço a seguinte pergunta: qual o tipo de cidadão que estes conhecimentos podem ajudar a construir?

23- Como professor de um curso de formação de professores para a Educação Básica, você acredita que o ensino básico deve se desenvolver de modo que possa proporcionar ao aluno autonomia e promover tomada de decisão referente a problemas científicos e sociais? Ou você pensa que esta não é uma questão da Educação Básica?

24- O que o professor pode fazer para permitir que o ensino de Química proporcione maior participação nas aulas e o aluno seja um protagonista no processo educacional?

25- Você percebe que os alunos ingressantes de licenciatura em Química da UFPA, aparentemente, não trazem a concepção da formação para a cidadania, e que os egressos deste curso, de algum modo, revelam sinais da compreensão dos elementos principais desta concepção? Considerando esta situação como real, como e em qual momento você acredita que se dá a apreensão deste entendimento?

26- Você tem o hábito de relacionar as notícias veiculadas na mídia ou temas contemporâneos com as atividades acadêmicas desenvolvidas no seu curso de Química? Você pode exemplificar?

27- Você acredita que o Ensino de Química pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e capazes de tomar decisões perante a realidade que o cerca? Ou seja, você acredita que o papel hegemônico do ensino de ciências esteja relacionado com o processo de formação do cidadão? Justifique!

28- De acordo com a sua experiência de ..X... anos de atuação na educação, o que você já observou, nas salas de aulas, para se concretizar e mudar as relações de aprendizagem que levem a uma alfabetização científica através da contribuição da Química, que, muitas vezes se coloca como obstáculo para as mudanças necessárias? Pode contribuir para a formação do cidadão?

29- Você concorda com a afirmação: "As características do mercado mundial e a competição internacional influenciam países menos desenvolvidos a seguir tendências impostas pelo mercado, como por exemplo, o consumismo"?

30- Esta questão (mercado mundial / consumismo) é um problema a ser tratado pelos processos de ensino e aprendizagem da Química? Qual a análise que você faz em relação aos aspectos apresentados nessa situação?

EIXO 4

31- De um modo geral, qual o seu sentimento (opinião) sobre o sistema do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)? (Dimensão da aplicação nacional, regionalidade, número de questões, tempo para resolução etc.).

32- O que você pensa do Enem como instrumento de avaliação da Educação Básica?

33- O que você pensa do Enem e como instrumento de acesso do Ensino Superior?

34- Qual a sua opinião sobre as questões de Química aplicadas no Enem? A qualidade, por exemplo.

35- Como e por que você se envolveu na elaboração de questões do Enem?

36- Quantas questões você elaborou para o Enem?

37- Como se deu o processo de capacitação para elaboração de questões do Enem? Você fez algum curso de preparação para elaborar questões do Enem? Onde? Este curso foi suficiente para uma preparação adequada para elaboração destas questões?

38- O que você toma como base para elaborar uma questão para o Enem? Como se dá este processo de elaboração?

39- No processo de elaboração das questões do Enem, você leva em consideração as questões aplicadas nos exames anteriores? Que aspectos você poderia comentar em relação a essa situação?

40- No processo de elaboração das questões do Enem, você leva em consideração as situações do cotidiano e o contexto atual? Como? Que aspectos você poderia comentar em relação a essa situação?

41- No processo de elaboração das questões do Enem, você leva em consideração as competências e habilidades solicitadas pelas diretrizes que norteiam o Enem que se aproximam da perspectiva curricular CTS? Que aspectos você poderia comentar em relação a essa situação?

42- Você acredita que as questões do Enem avaliam, ao final da Educação Básica, a promoção da alfabetização científica, de uma maneira geral e em particular segundo enfoque educacional Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)?

43- As questões que você elaborou tinham alguma aproximação da perspectiva curricular CTS?

44- Você sente ou sentiria dificuldade de elaborar uma questão padrão Enem que envolva o enfoque CTS? Caso positivo, qual seria esta dificuldade e por que seria esta dificuldade?

45- As questões que você elaborou são reflexos da sua prática pedagógica diária com os alunos de Química ou você pensa que são contextos diferentes? Ou seja, as suas aulas de Química e a elaboração de questões para o Enem se situam em diferentes realidades educacionais e sociais?

46- Na elaboração de questões para o Enem, você leva em consideração aspectos tais como: 1) ressaltar os aspectos qualitativo da Química, considerar as concepções dos alunos, 2) relacionar a ciência com a tecnologia e a

sociedade, 3) discutir o caráter da força produtiva ou destrutiva das ciências, em especial da Química, 4) abordar problemas de ciências e tecnologia com relação a modificação do meio (social e ambiental), 5) buscar desenvolver a formação dos alunos para o exercício da cidadania, entre outros?

47- E no desenvolvimento das suas aulas, você leva em consideração estes mesmos aspectos?

48- Você deseja verbalizar mais alguma opinião ou pensamento sobre o assunto principal desta entrevista (Enem / CTS)?

Obrigado.

Doutorando Jorge Raimundo da Trindade Souza

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



Universidade Federal do Pará
Instituto de Educação Matemática e Científica
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Título da pesquisa: CTS no contexto do novo Enem e do ensino de Química

ESCLARECIMENTOS DA PESQUISA

Eu, Jorge Raimundo da Trindade Souza, regularmente matriculado no curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, do Instituto de Educação Matemática e Científica, da Universidade Federal do Pará, venho, por meio deste, convidá-lo(a) para participar desta pesquisa de doutorado, de cunho qualitativo. O objetivo é realizar uma investigação para analisar se existe sincronia ou aproximação entre os pressupostos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com as propostas teórico-metodológicas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e com as questões associadas ao ensino de Química aplicadas no novo Enem. O orientador deste estudo é o Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito. Esclarecemos que você será informante da pesquisa participando desta entrevista semiestruturada. Asseguramos que sua identidade será mantida sob sigilo e anonimato.

Os professores elaboradores do Enem não terão seus nomes revelados nesta pesquisa, porém para descrição deste trabalho serão identificados por P_n , onde P representa professor e n significa o número atribuído para sua identificação. Comunicamos, ainda, que esta pesquisa não trará nenhum dano e/ou remuneração. O benefício a ser obtido com a execução desta pesquisa se dará pela possível contribuição à melhoria das ações desenvolvidas pelos profissionais da educação em Química. Informo-lhes que os resultados deste trabalho poderão ser divulgados em eventos científicos ou revistas científicas.

Li e estou de acordo com o exposto.

Assinatura do professor

Belém, _____ de _____ de 2015.

APÊNDICE D – Objetos de conhecimentos envolvidos nas questões associadas ao ensino de Química

	CONTEÚDOS ENVOLVIDOS
2009	
1 / 2009	Conteúdo Interdisciplinar: O conteúdo “Efeito Estufa” não é descrito de maneira explícita na matriz de referência da disciplina Química. O conteúdo aparece totalmente explicitado na Matriz de Biologia e de Geografia. Química: Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente / Poluição atmosférica). Biologia: Ecologia e ciências ambientais (Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa) Ciências Humanas e suas Tecnologias: Os domínios naturais e a relação do ser humano com o ambiente (As questões ambientais contemporâneas: mudança climática, ilhas de calor, efeito estufa, chuva ácida, a destruição da camada de ozônio).
2 / 2009	Água (Concentração das soluções).
6 / 2009	Energias químicas no cotidiano (Impactos ambientais de combustíveis fósseis).
10 / 2009	Química: Transformações químicas (Reações químicas). Biologia: Moléculas, células e tecidos (Metabolismo energético: fotossíntese e respiração).
12 / 2009	Transformação química e equilíbrio (Equilíbrio ácido-base e pH).
15 / 2009	Transformações químicas e energia (Potenciais padrão de redução / Eletrólise).
23 / 2009	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Contaminação e proteção do ambiente). Ex. Lixo.
26 / 2009	Água (Ácidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura).
29 / 2009	Transformações químicas (Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica).
32 / 2009	Transformações químicas e energia (Transformações nucleares. Conceitos fundamentais da radioatividade).
34 / 2009	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde). Ex. Lixo.
36 / 2009	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos). Ex. classificação.
40 / 2009	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – (Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde). Ex. Reatividade de compostos.
43 / 2009	Transformações químicas e energia (Transformações químicas e energia calorífica). Ex. entalpia de combustão/termoquímica.
44 / 2009	Água (Concentração das soluções).
2010 1ª apli.	
50 / 2010	Química: Água – Ocorrência e importância na vida animal e vegetal. Ligação, estrutura e propriedades. <i>O item trabalha como resposta o ponto de ebulição da água (que é constante) que é uma propriedade física que limitaria os conceitos que a questão aborda.</i> Física: O calor e os fenômenos térmicos (Conceitos de calor e de temperatura).
53 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde). Ex. Lixo.
55 / 2010	Materiais, suas propriedades e usos (Misturas: tipos e métodos de separação).
57 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Contaminação e proteção do ambiente). Ex. Poluição de rios.
58 / 2010	Materiais, suas propriedades e usos – Mudanças de estado. <i>A pressão, assim como a temperatura são fatores que alteram o estado físico da matéria.</i>
59 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente. Poluição atmosférica).
60 / 2010	Água (Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções).
63 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente. (Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente).

65 / 2010	1- Água (Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura). 2- Representação das transformações químicas
67 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas).
69 / 2010	Transformações químicas e energia (Transformações químicas e energia calorífica). Ex. entalpia de combustão.
72 / 2010	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
73 / 2010	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
74 / 2010	Transformações químicas e energia (Leis de Faraday).
77 / 2010	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados).
79 / 2010	Representação das transformações químicas – Balanceamento de equações químicas. Aspectos quantitativos das transformações químicas. <i>A resolução do item só é possível através de montagem de uma equação e posterior balanceamento.</i>
80 / 2010	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos). Ex. Funções orgânicas
82 / 2010	1- Materiais, suas propriedades e usos (polaridade de moléculas). 2- Representação das transformações químicas
83 / 2010	Água (Concentração das soluções).
85 / 2010	1- Transformações químicas – Elementos químicos e Tabela Periódica. <i>O cálcio, elemento do grupo 2 da tabela periódica, possui uma tendência a formar espécies básicas. Aumentando o pH e diminuindo a toxicidade do Alumínio.</i> 2- Transformação química e equilíbrio (Equilíbrio ácido-base e pH).
90 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Contaminação e proteção do ambiente). Ex. Lixo.
2010 2ª apli	
53 / 2010	Química: Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e Ambiente). Biologia: Moléculas, células e tecidos (Metabolismo energético: fotossíntese e respiração).
55 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química na agricultura e na saúde).
56 / 2010	Dinâmica das transformações químicas (Fatores que alteram a velocidade de reação: concentração, pressão, temperatura e catalisador). Ex. Cinética química.
60 / 2010	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Lixo.
62 / 2010	Transformação química e equilíbrio – Fatores que alteram o sistema em equilíbrio.
73 / 2010	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
74 / 2010	Água (Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura). Ex. Funções inorgânicas
75 / 2010	1- Transformação química e equilíbrio (Equilíbrio ácido-base e pH / Fatores que alteram o sistema em equilíbrio). 2- Água (Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura).
76 / 2010	Transformação química e equilíbrio – equilíbrio ácido-base e pH. <i>A resolução se baseia em conhecimento de potencial hidrogeniônico (pH).</i>
77 / 2010	Transformações químicas (Elementos químicos e Tabela Periódica).
79 / 2010	1- Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos). Levando em consideração que os Haletos derivam de Hidrocarbonetos. A Matriz de Referência específica Propriedades apenas para Funções Oxigenadas, Nitrogenadas e Hidrocarbonetos. 2- Materiais, suas propriedades e usos – Polaridade de moléculas. Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias.
80 / 2010	Compostos de carbono (Principais funções orgânicas).
83 / 2010	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
87 / 2010	Água ((Solubilidade).

90 / 2010	Materiais, suas propriedades e usos – Propriedades de materiais. Ex. Propriedades físicas
2011	
50 / 2011	Transformações químicas e energia (Transformações químicas e energia calorífica / Calor de reação). Ex. termoquímica / entalpia de combustão.
51 / 2011	Energias químicas no cotidiano (Biomassa). Ex. Química ambiental.
52 / 2011	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Poluição e tratamento de água).
54 / 2011	Materiais, suas propriedades e usos (Propriedades de materiais). Ex. propriedades físicas.
55 / 2011	Materiais, suas propriedades e usos (Polaridade de moléculas).
58 / 2011	1- Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados). 2- Materiais, suas propriedades e usos – Forças intermoleculares. O item fala sobre hidratante e o motivo da retenção na pele que é feita por uma espécie orgânica.
59 / 2011	Água (Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções).
62 / 2011	Representação das transformações químicas (Aspectos quantitativos das transformações químicas / Grandezas químicas). Ex. Fórmulas químicas e cálculo estequiométrico.
71 / 2011	Energias químicas no cotidiano (Biocombustíveis). Ex. Química Ambiental
72 / 2011	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados / Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados). Ex. Reações orgânicas
75 / 2011	Transformação química e equilíbrio (Fatores que alteram o sistema em equilíbrio).
79 / 2011	Energias químicas no cotidiano (Biomassa).
80 / 2011	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Poluição atmosférica. <i>O item pede conhecimento de impactos ambientais e não de uso da energia química no cotidiano.</i>
81 / 2011	1- Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos). 2- Água (Concentração das soluções).
83 / 2011	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente).
85 / 2011	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Lixo
90 / 2011	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Aquecimento global.
2012	
46 / 2012	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Lixo.
49 / 2012	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados). Ex. Funções orgânicas.
53 / 2012	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Reações químicas.
58 / 2012	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados). Reações orgânicas.
59 / 2012	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos). Ex. Reação de combustão.
63 / 2012	Compostos de carbono – Fermentação. <i>A levedura realiza o processo de fermentação alcoólica, liberando CO₂, que promove o crescimento da massa do pão.</i> 2- Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano). Ex. Reações químicas.
66 / 2012	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos). Ex. Reações químicas.
69 / 2012	Transformação química e equilíbrio (Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH). Ex. Reações inorgânicas. Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química no cotidiano.

70 / 2012	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos). Ex. Solubilidade
71 / 2012	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente).
76 / 2012	1- Transformações químicas (Interpretando transformações químicas). 2- Água (Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização).
79 / 2012	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados). Ex. Funções Orgânicas.
82 / 2012	Transformações químicas e energia (Reação de oxirredução / Potenciais padrão de redução).
84 / 2012	Transformações químicas e energia (Conceitos fundamentais da radioatividade).
86 / 2012	Água (Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções).
89 / 2012	Materiais, suas propriedades e usos (Polaridade de moléculas / Forças intermoleculares / Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias). Ex. Propriedades químicas / solubilidade.
90 / 2012	Representação das transformações químicas (Grandezas químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro).
2013	
46 / 2013	Transformações químicas e energia (Transformações químicas e energia elétrica). Ex. Propriedades químicas.
47 / 2013	Representação das transformações químicas (Grandezas químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro).
49 / 2013	Transformações químicas e energia (Desintegração radioativa e radioisótopos).
51 / 2013	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente).
54 / 2013	Compostos de carbono (Macromoléculas naturais e sintéticas / Noções básicas sobre polímeros). Ex. Reações orgânicas.
58 / 2013	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos). Ex. Isomeria.
59 / 2013	Química: Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Biologia: Moléculas, células e tecidos (Metabolismo energético: fotossíntese e respiração). Ex. Fotossíntese.
64 / 2013	Transformação química e equilíbrio (Equilíbrio ácido-base e pH).
67 / 2013	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química na agricultura e na saúde). Ex. Efeito estufa.
68 / 2013	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados / Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados). Ex. Reações orgânicas.
69 / 2013	1- Transformações químicas (Reações químicas). 2- Água (Reação de neutralização). 3- Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química na agricultura e na saúde.
71 / 2013	Água (Concentração das soluções).
74 / 2013	Transformações químicas e energia (Eletrólise).
77 / 2013	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
81 / 2013	Materiais, suas propriedades e usos (Misturas: tipos e métodos de separação).
86 / 2013	1- Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados). Ex. forças intermoleculares. 2- Materiais, suas propriedades e usos – Forças intermoleculares. O item fala sobre a eficiência de um material através das interações intermoleculares de compostos de natureza orgânica.
90 / 2013	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos).
2014	
47 / 2014	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química nos alimentos).
48 / 2014	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Camada de ozônio.

49 / 2014	Energias químicas no cotidiano (Biomassa). Ex. Lixo.
51 / 2014	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Poluição e tratamento de água).
52 / 2014	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano / Química na agricultura e na saúde). Ex. Isomeria.
54 / 2014	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos).
56 / 2014	Água (Concentração das soluções).
58 / 2014	Compostos de carbono (Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos). Ex. Funções orgânicas.
59 / 2014	Transformações químicas e energia (Potenciais padrão de redução).
63 / 2014	Transformações químicas e energia (Oxirredução). Ex. Ciclos biogeoquímicos.
65 / 2014	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos).
66 / 2014	Energias químicas no cotidiano (Energia nuclear).
70 / 2014	Transformação química e equilíbrio (Equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise). Ex. reações inorgânicas.
71 / 2014	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente).
75 / 2014	Transformação química e equilíbrio (Equilíbrio ácido-base e pH).
77 / 2014	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos).
78 / 2014	Compostos de carbono (Noções básicas sobre polímeros / Polietileno, poliestireno, PVC, teflon, náilon).
80 / 2014	Materiais, suas propriedades e usos (Misturas: tipos e métodos de separação). Ex. Propriedades físicas.
83/ 2014	1- Água (Concentração das soluções). 2- Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química e ambiente.
86 / 2014	1- Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano). 2- Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados / Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados).
88 / 2014	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
2015 1ª apli	
47 / 2015	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente). Ex. Lixo
51 / 2015	Materiais, suas propriedades e usos (Misturas: tipos e métodos de separação).
52 / 2015	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Indústria química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico). Ex. Reações inorgânicas.
55 / 2015	Água (Concentração das soluções).
58 / 2015	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano / Química nos alimentos). Ex. Reações inorgânicas.
59 / 2015	Compostos de carbono (Principais funções orgânicas).
60 / 2015	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos). Ex. Reações orgânicas.
62 / 2015	Transformações químicas – Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas.
71 / 2015	Transformação química e equilíbrio (Constante de equilíbrio).
73 / 2015	Transformações químicas e energia (Reações de fissão e fusão nuclear). Ex. Radioatividade.
76 / 2015	Representação das transformações químicas – Cálculos estequiométricos.
77 / 2015	Compostos de carbono (Características gerais dos compostos orgânicos / Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos). Ex. Reações orgânicas e nomenclatura
80 / 2015	Materiais, suas propriedades e usos (Polaridade de moléculas).
81 / 2015	Transformações químicas e energia (Reação de oxirredução / Potenciais padrão de redução).
84 / 2015	Transformações químicas e energia (Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas / Lei de Hess). Ex. Termoquímica e estequiometria

90 / 2015	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente).
2015 2ª apli	
50 / 2015	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
51 / 2015	Representação das transformações químicas (Cálculos estequiométricos).
52 / 2015	Compostos de carbono (Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados). Ex. Acidez e basicidade.
53 / 2015	1- Materiais, suas propriedades e usos (Polaridade de moléculas). Ex. Misturas e solubilidade 2- Compostos de carbono – Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos.
56 / 2015	Água (Sistemas em solução aquosa: soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões).
59 / 2015	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – <i>Indústria química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico.</i>
61 / 2015	1- Transformações químicas (Reações químicas). 2- Água (Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura).
68 / 2015	Transformação química e equilíbrio (Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH).
69 / 2015	Compostos de carbono (Noções básicas sobre polímeros).
70 / 2015	Transformações químicas e energia (Eletrólise).
71 / 2015	Materiais, suas propriedades e usos (Misturas: tipos e métodos de separação).
73 / 2015	Compostos de carbono (Polietileno, poliestireno, PVC, teflon, náilon). Ex. Reações orgânicas.
74 / 2015	Água (Concentração das soluções).
76 / 2015	Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química no cotidiano).
80 / 2015	Água (Concentração das soluções).
82 / 2015	Água (Concentração das soluções).
84 / 2015	Materiais, suas propriedades e usos (Propriedades de materiais).

Apêndice E – Competências e habilidades implícitas nos itens aplicados no novo Enem.

2013 – PROVA AZUL

Objeto de conhecimento	C	H	Item
• Transformações químicas e energia – Transformações químicas e energia elétrica.	C5	H18	46
• Representação das transformações químicas – Grandezas químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro.	C5	H17	47
• Transformações químicas e energia – Desintegração radioativa e radioisótopos.	C5	H17	49
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química e ambiente.	C3	H10	51
• Compostos de carbono – Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros.	C7	H27	54
• Compostos de carbono – Características gerais dos compostos orgânicos.	C7	H24	58
• Química Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química e ambiente).	C3	H9	59
• Transformação química e equilíbrio – equilíbrio ácido-base e pH.	C7	H24	64
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química na agricultura e na saúde.	C7	H27	67
• Compostos de carbono- Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados.	C5	H17	68
• Água – reação de neutralização.	C7	H27	69
• Transformações químicas – Reações químicas.	C7	H27	69
• Água – Concentração das soluções.	C5	H17	71
• Transformações químicas e energia – Eletrólise.	C5	H17	74
• Representação das transformações químicas – Cálculos estequiométricos.	C5	H17	77
• Materiais, suas propriedades e usos – Misturas: tipos e métodos de separação.	C5	H19	81
• Compostos de carbono – Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados.	C5	H18	86
• Compostos de carbono – Características gerais dos compostos orgânicos.	C5	H17	90
	Total de Itens de respostas: 17		

2014 – PROVA AZUL

Objeto de conhecimento	C	H	Item
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (Química nos alimentos).	C4	H14	47
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química e ambiente.	C3	H10	48
• Energias químicas no cotidiano – Biomassa.	C6	H23	49
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Poluição e tratamento de água.	C7	H27	51
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde.	C5	H18	52
• Compostos de carbono – Características gerais dos compostos orgânicos.	C5	H17	54
• Água – Concentração das soluções.	C5	H17	56
• Compostos de carbono – Características gerais dos compostos orgânicos. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos.	C5	H18	58
• Transformações químicas e energia – Potenciais padrão de redução.	C7	H24	59
• Transformações químicas e energia – oxirredução.	C5	H17	63
• Compostos de carbono – Características gerais dos compostos orgânicos.	C5	H17	65
• Energias químicas no cotidiano – Energia nuclear.	C6	H23	66
• Transformação química e equilíbrio – equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise.	C5	H19	70
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química e ambiente.	C3	H10	71

• Transformação química e equilíbrio – equilíbrio ácido-base e pH.	C5	H18	75
• Compostos de carbono – Características gerais dos compostos orgânicos.	C5	H17	77
• Compostos de carbono – Noções básicas sobre polímeros. Polietileno, poliestireno, PVC, teflon, náilon.	C5	H19	78
• Materiais, suas propriedades e usos – Misturas: tipos e métodos de separação.	C7	H25	80
• Água – Concentração das soluções.	C5	H19	83
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química no cotidiano.	C5	H18	86
• Compostos de carbono – Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados.			
• Representação das transformações químicas – Cálculos estequiométricos.	C7	H25	88
	Total de Itens de respostas: 21		

2015 – PROVA AZUL

Objeto de conhecimento	C	H	Item
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde.	C7	H24	46
• Transformação química e equilíbrio – Fatores que alteram o sistema em equilíbrio.			
• Materiais, suas propriedades e usos – Misturas: tipos e métodos de separação.	C5	H17	51
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Indústria química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico.	C5	H18	52
• Água – Concentração das soluções.	C5	H17	55
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química no cotidiano. Química nos alimentos.	C5	H18	58
• Compostos de carbono – Principais funções orgânicas.	C7	H24	59
• Compostos de carbono – Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos.	C7	H24	60
• Água – Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura.	C7	H24	62
• Transformação química e equilíbrio – Constante de equilíbrio.	C5	H17	71
• Transformações químicas e energia – Reações de fissão e fusão nuclear.	C7	H24	73
• Representação das transformações químicas – Cálculos estequiométricos.	C7	H25	76
• Compostos de carbono – Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos.	C7	H24	77
• Materiais, suas propriedades e usos – Polaridade de moléculas.	C5	H18	80
• Transformações químicas e energia – Reação de oxirredução. Potenciais padrão de redução.	C7	H24	81
• Transformações químicas e energia – Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas. Lei de Hess.	C5	H17	84
• Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química e ambiente.	C7	H25	90
	Total de Itens de respostas: 16		

Anexos

ANEXO A – Etapas para elaboração de itens

1. Selecione uma habilidade da Matriz de Referência.
2. Construa a situação-problema, atentando-se para a realidade cotidiana do público-alvo.
3. Dê preferência a fontes primárias, originais e sem adaptações, caso utilize textos-base referenciados, de acordo com as normas da ABNT.
4. Utilize, preferencialmente, textos que abordem temas atuais e sejam adequados ao público-alvo.
5. Evite a utilização de textos muito extensos, levando em consideração o tempo de leitura do item durante a realização do exame.
6. Elabore itens inéditos (não publicados, divulgados ou utilizados em sala de aula).
7. Elabore, sempre que possível, até três itens abordando o(s) mesmo(s) texto(s)-base, desde que os itens contemplem diferentes habilidades.
8. Evite abordagens de temas que suscitem polêmicas.
9. Evite utilizar ou redigir texto-base, enunciado e alternativas que possam induzir o participante do teste ao erro (“pegadinhas”).
10. Elabore o enunciado: utilize termos impessoais como: “considere-se”, “calcula-se”, “argumenta-se” etc.; não utilize termos como: “falso”, “exceto”, “incorreto”, “não”, “errado”; não utilize termos absolutos como: “sempre”, “nunca”, “todo”, “totalmente”, “absolutamente”, “completamente”, “somente” etc.; não utilize sentenças como: “Pode-se afirmar que”, “É correto afirmar que” etc.
11. Construa as alternativas:
 - com paralelismo sintático e semântico, extensão equivalente e coerência com o enunciado;
 - independentes umas das outras, de maneira que não sejam excludentes, negando informações do texto, nem semanticamente muito próximas;
 - dispostas de maneira lógica (sequência narrativa, alfabética, crescente/decrescente etc.);
 - evite repetição de palavras que aparecem no enunciado;
 - evite alternativas demasiadamente longas;
 - não use: “todas as anteriores”, “nenhuma das anteriores”;

- o gabarito deve estar exposto de forma clara, ser a única alternativa correta e não deve ser mais atrativo que os distratores;
- os distratores não devem ser absurdos em relação à situação-problema apresentada.

12. Pontue as alternativas e observe as regras para sua redação, de acordo com a área de conhecimento: Quadro CNT (p. 11).

13. Construa as justificativas para as alternativas com argumentação consistente que explique o erro ou o acerto, de maneira que não sejam tautológicas.

14. Indique o nível de dificuldade estimada do item (fácil, médio ou difícil) com base na sua experiência docente.

15. Considere o tempo médio de três minutos para resolução do item.

Fonte: Brasil (2010b)

ANEXO B - Objetos de conhecimentos associados à matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para a disciplina Química

- Transformações Químicas - Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas. Sistemas Gasosos: Lei dos gases. Equação geral dos gases ideais, Princípio de Avogadro, conceito de molécula; massa molar, volume molar dos gases. Teoria cinética dos gases. Misturas gasosas. Modelo corpuscular da matéria. Modelo atômico de Dalton. Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr. Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica. Elementos químicos e Tabela Periódica. Reações químicas.
- Representação das transformações químicas - Fórmulas químicas. Balanceamento de equações químicas. Aspectos quantitativos das transformações químicas. Leis ponderais das reações químicas. Determinação de fórmulas químicas. Grandezas Químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro. Cálculos estequiométricos.
- Materiais, suas propriedades e usos - Propriedades de materiais. Estados físicos de materiais. Mudanças de estado. Misturas: tipos e métodos de separação. Substâncias químicas: classificação e características gerais. Metais e Ligas metálicas. Ferro, cobre e alumínio. Ligações metálicas. Substâncias iônicas: características e propriedades. Substâncias iônicas do grupo: cloreto, carbonato, nitrato e sulfato. Ligação iônica. Substâncias moleculares: características e propriedades. Substâncias moleculares: H₂, O₂, N₂, Cl₂, NH₃, H₂O, HCl, CH₄. Ligação Covalente. Polaridade de moléculas. Forças intermoleculares. Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias.
- Água - Ocorrência e importância na vida animal e vegetal. Ligação, estrutura e propriedades. Sistemas em Solução Aquosa: Soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões. Solubilidade. Concentração das soluções. Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções. Ácidos, Bases, Sais e Óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura. Conceitos de ácidos e base. Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização.

- Transformações Químicas e Energia - Transformações químicas e energia calorífica. Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas. Lei de Hess. Transformações químicas e energia elétrica. Reação de oxirredução. Potenciais padrão de redução. Pilha. Eletrólise. Leis de Faraday. Transformações nucleares. Conceitos fundamentais da radioatividade. Reações de fissão e fusão nuclear. Desintegração radioativa e radioisótopos.
- Dinâmica das Transformações Químicas - Transformações Químicas e velocidade. Velocidade de reação. Energia de ativação. Fatores que alteram a velocidade de reação: concentração, pressão, temperatura e catalisador.
- Transformação Química e Equilíbrio - Caracterização do sistema em equilíbrio. Constante de equilíbrio. Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise. Fatores que alteram o sistema em equilíbrio. Aplicação da velocidade e do equilíbrio químico no cotidiano.
- Compostos de Carbono - Características gerais dos compostos orgânicos. Principais funções orgânicas. Estrutura e propriedades de Hidrocarbonetos. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Fermentação. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados. Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros. Amido, glicogênio e celulose. Borracha natural e sintética. Polietileno, poliestireno, PVC, Teflon, náilon. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos. Proteínas e enzimas.
- Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente - Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde. Química nos alimentos. Química e ambiente. Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas. Indústria Química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico. Mineração e Metalurgia. Poluição e tratamento de água. Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente.
- Energias Químicas no Cotidiano - Petróleo, gás natural e carvão. Madeira e hulha. Biomassa. Biocombustíveis. Impactos ambientais de combustíveis fósseis. Energia nuclear. Lixo atômico. Vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear.

ANEXO C - Competências e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

H1 – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

H2 – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

H3 – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

H4 – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

H6 – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

H7 – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.

H8 – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

H9 – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

H10 – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.

H11 – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

H12 – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13 – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

H14 – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

H15 – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

H16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

H21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.

H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H24 – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

H25 – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

H26 – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

H27 – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29 – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30 – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

Fonte: Brasil (2010a)

ANEXO D – Questões do novo Enem analisadas e apresentadas no texto desta tese

1) QUESTÃO 53/2010 1ª Aplicação

O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato (PO_4^{3-}), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

- A - Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
- B - Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.
- C - Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
- D - Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.
- E - Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

2) QUESTÃO 59 / 2010 1ª aplicação

As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO_2 , o principal gás causador de efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por "ilhas de calor". Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das "ilhas de calor", espera-se que o consumo de energia elétrica

- A - diminua devido a utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
- B - aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
- C - diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
- D - aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- E - diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

3) QUESTÃO 79/2010 1ª aplicação

As mobilizações para promover um planeta melhor para as futuras gerações são cada vez frequentes. A maior parte dos meios de transporte de massa é atualmente movida pela queima de um combustível fóssil. A título de exemplificação do ônus causado por essa prática, basta saber que um carro produz, em média, cerca de 200g de dióxido de carbono por km percorrido.

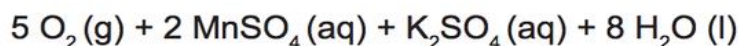
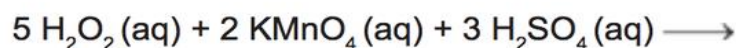
Revista Aquecimento Global. Ano 2, no 8. Publicação do Instituto Brasileiro de Cultura Ltda.

Um dos principais constituintes da gasolina é o octano (C_8H_{18}). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação que representa a reação química desse processo demonstra que

- A - no processo há liberação de oxigênio, sob a forma de O_2
- B - o coeficiente estequiométrico para a água é de 8 para 1 do octano.
- C - no processo há consumo de água, para que haja liberação de energia.
- D - o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é de 12,5 para 1 do octano.
- E - o coeficiente estequiométrico para o gás carbônico é de 9 para 1 do octano

4) QUESTÃO 81 / 2011

O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:



ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. Introdução aos Cálculos da Química. São Paulo: McGraw-Hill, 1992. (Foto: Reprodução/Enem)

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- A - $2,0 \times 10^0$ mol
- B - $2,0 \times 10^{-1}$ mol
- C - $8,0 \times 10^{-1}$ mol
- D - $8,0 \times 10^{-4}$ mol
- E - $5,0 \times 10^{-3}$ mol

5) QUESTÃO 90 / 2011

De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (Livestock’s Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.



em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010. (Foto: Reprodução/Enem)

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A - metano durante o processo de digestão.
- B - óxido nitroso durante o processo de ruminação
- C - clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D - óxido nitroso durante o processo respiratório.
- E - dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

6) QUESTÃO 63 / 2012

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

- A - liberação de gás carbônico.
- B - formação de ácido lático.
- C - formação de água.
- D - produção de ATP.
- E - liberação de calor

7) QUESTÃO 58/2015 1ª Avaliação

Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com um material chamado folha de flandres, que consiste de uma chapa de aço revestida com uma fina camada de estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA, V. M. S. *A leitura e a química das substâncias. Cadernos PDE. Ivaiporã: Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED); Universidade Estadual de Londrina, 2010 (adaptado).*

Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

- A** - alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
- B** - romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
- C** - prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
- D** - romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
- E** - desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

8) QUESTÃO 55/2015 1ª aplicação

A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração de íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

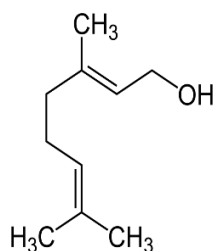
Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- a) 26
- b) 41
- c) 45
- d) 51
- e) 82

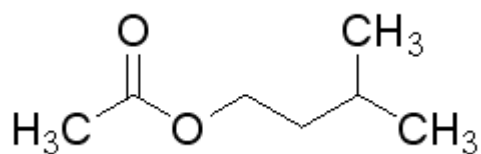
9) QUESTÃO 59 / 2015 1ª Avaliação

Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.

Composto A



Composto B



QUADROS, A. L. *Os feromônios e o ensino de química. Química Nova na Escola, n. 7, maio 1998 (adaptado).*

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

- A - álcool e éster.
- B - aldeído e cetona.
- C - éter e hidrocarboneto.
- D - enol e ácido carboxílico.
- E - ácido carboxílico e amida.