

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL**

Victor Augusto Bianchetti Rodrigues

**CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CTS PARA O  
DESENVOLVIMENTO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DOS ESTUDANTES**

Belo Horizonte  
2017

Victor Augusto Bianchetti Rodrigues

**CONTRIBUÇÕES DO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CTS PARA O  
DESENVOLVIMENTO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DOS ESTUDANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação – curso de Mestrado – da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

Linha de Pesquisa Educação e Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Luiza de Quadros

Belo Horizonte – Minas Gerais  
Faculdade de Educação – UFMG  
Julho – 2017

Victor Augusto Bianchetti Rodrigues

**CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CTS PARA O  
DESENVOLVIMENTO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DOS ESTUDANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação – curso de Mestrado – da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Luiza de Quadros (orientadora)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Ritter**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosária da Silva Justi**

## AGRADECIMENTOS

Sinto-me privilegiado por ter tido a oportunidade de desenvolver essa pesquisa. Infelizmente, reconheço que ser aluno de mestrado em uma universidade pública no Brasil ainda é uma experiência vivenciada por poucos. Não foi fácil para mim, assim como não é para a maioria dos alunos de pós-graduação. Com certeza, eu não completaria mais essa etapa da minha formação sem ajuda de muitas pessoas que cruzaram a minha trajetória. Por isso, registro aqui alguns agradecimentos, os quais não têm origem exclusivamente nas contribuições dessas pessoas para a minha pesquisa. As pessoas as quais destino meus agradecimentos contribuíram também para a constituição de um sujeito que, utopicamente, acredita na Educação como instrumento de luta, libertação, busca por igualdade de oportunidades e justiça social. Além das pessoas, também agradeço às instituições de ensino pelas quais passei, desde o ensino fundamental até a pós-graduação. Sempre estudei em escolas públicas e me comprometo a fazer do meu trabalho, seja como professor ou pesquisador, um instrumento de luta para que trajetórias como a minha não sejam exceções e para que cada vez mais estudantes de escolas públicas possam se tornar mestres, doutores, ou o que desejarem.

Agradeço aos meus pais, Alair e Rosana, os meus maiores exemplos. Este trabalho é para vocês. Cada página dessa dissertação é fruto da dedicação que vocês depositaram em mim! Todo o amor parece pequeno perto do que eu sinto por vocês.

Agradeço aos meus irmãos, Pedro e Matheus. Obrigado pelo apoio, pelo interesse, pelos ensinamentos. Tenho a sorte de ter dois amigos que acompanham de perto a minha trajetória. Cada conversa que temos é um incentivo para que eu continue perseguindo meus objetivos. Recebam esse agradecimento como sinal do meu amor, gratidão, orgulho e admiração que nutro por vocês. Estendo esse agradecimento a todos os meus familiares. Vocês têm sido apoio inabalável em minha vida.

Agradeço aos meus amigos do COLTEC: Amanda, Karine, Lincoln, Luciana, Nathalia e Nuni, os melhores “colegas de classe” que eu poderia ter. Cada um de vocês me inspirou

direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Obrigado pelo interesse e apoio de sempre. Vocês são incríveis.

Agradeço aos amigos que a vida profissional me deu. Por onde passei, fiz amizades que me transformaram como sujeito. Agradeço: à Nathália, pela parceria, carinho e disponibilidade de sempre; ao Ramon e à Tamyris, pela cumplicidade e pelas conversas fúteis ou “cabeças”, mas sempre prazerosas; à Ana Carol, Carol e Mariah, pelo acolhimento em momentos de “solidão ideológica”, pelos exemplos de vida e por todo amor que cerca nossa amizade; à Fabíola e Ju, pelo carinho, lanches, risadas e pelos projetos que ainda vamos concretizar; aos amigos professores, Baião, Priscila, Leo e Laiz, com quem tanto aprendi e compartilhei boa parte das expectativas relacionadas a este trabalho. Obrigado pelo apoio de todos vocês.

Agradeço às minhas amigas da Química e de mestrado, Ariane e Maria Luiza. Vocês foram parceiras nos vários momentos de angústia e insegurança. Momentos recorrentes na vida de quem cursa Química e de estudantes de pós-graduação. Obrigado pelos tempos de descontração, por todo apoio e pela cumplicidade que desenvolvemos uns pelos outros. É muito acolhedor saber que posso contar com vocês.

Agradeço aos meus queridos alunos, que despertam os mais diversos sentimentos em mim e que sempre me motivam a querer ser melhor. Um agradecimento especial àqueles que aceitaram contribuir diretamente com esta pesquisa.

Agradeço aos meus professores. Vocês foram determinantes para a escolha da minha profissão, uma vez que fizeram despertar o desejo de fazer para outras pessoas a diferença que vocês fizeram e ainda fazem para mim. Um agradecimento especial aos professores do programa de pós-graduação da FaE/UFMG, em particular à professora Rosária Justi, por todas as contribuições à minha formação.

Por fim, agradeço à orientadora deste trabalho, professora Ana Luiza de Quadros, pela paciência e disponibilidade ao longo do mestrado. Obrigado pela oportunidade e por compartilhar comigo parte de seu conhecimento sobre ser pesquisador.

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes.

**PAULO FREIRE**

## RESUMO

Nas últimas décadas, a comunidade especializada tem se dedicado a discutir mudanças na educação escolar, visando à promoção de práticas mais coerentes com as características e as necessidades da sociedade atual. Para isso, novas estratégias de ensino são requeridas. No ensino de Ciências, uma das tendências inovadoras que tem ganhado destaque é a abordagem temática com enfoque na relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Muitas pesquisas têm credenciado a perspectiva CTS como uma maneira de potencializar o engajamento dos estudantes em estudar sobre Ciências. Entretanto, no que se refere à apropriação de conceitos científicos, os resultados das pesquisas não nos parecem consensuais. Enquanto algumas investigações apresentam resultados que credenciam a perspectiva CTS como uma abordagem potencializadora da apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, outros trabalhos não reconhecem nessa abordagem o mesmo potencial. Consideramos que a apropriação de conceitos científicos é um elemento importante para que os estudantes desenvolvam o letramento científico (LC). Adotamos uma concepção crítica de LC, em que os conceitos científicos devem ser articulados como ferramenta de compreensão do contexto no qual os estudantes estão inseridos. Nesse sentido, nossa pesquisa foi desenvolvida como uma tentativa de avançar na compreensão sobre a contribuição do ensino de Ciências na perspectiva CTS para os estudantes, mais especificamente, para a apropriação de conceitos científicos e aplicação dos mesmos em contextos de relevância social. Para isso, desenvolvemos uma sequência didática nesta perspectiva com a temática “Água” no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Realizamos a gravação em áudio e vídeo das aulas desenvolvidas. Além disso, os estudantes participantes da pesquisa responderam um questionário de múltipla escolha com quatro questões que exigiam a articulação dos conceitos científicos abordados na sequência didática e produziram textos escritos sobre a temática, antes e após o desenvolvimento da sequência. A análise dos resultados nos permitiu perceber que o índice de acerto nas questões de múltipla escolha foi maior do que o habitual. Nossa análise revelou alguns aspectos que indicam favorecer a apropriação de conceitos científicos na abordagem CTS. São eles: a problematização, o uso de evidências e o uso de um tema de relevância social e científica. Por outro lado, a análise dos textos evidenciou que, após a vivência na sequência didática, os estudantes incorporaram a dimensão científica para se posicionar em relação à temática “Água”. Entendemos que esta sequência didática oportunizou que muitos estudantes utilizassem o conhecimento produzido no espaço escolar para compreender a temática em questão. Dessa maneira, consideramos que o ensino na perspectiva CTS contribui para o desenvolvimento do LC dos estudantes.

**Palavras chave:** ensino de Ciências, CTS, ensino temático, EJA, letramento científico.

## ABSTRACT

In the last decades, the specialized community has been dedicated to discussing changes in scholar education, aiming at the promotion of practices more coherent with the characteristics and the necessities of the contemporary society. Therefore, new teaching strategies are required. In science education, one of the innovative trends, which has gained prominence, is the thematic approach focused on the relationship between science, technology and society (STS). Many researches have credited the STS perspective as a way to leverage students' engagement in studying science. However, empirical results do not seem consensual with regard to the learning of scientific concepts. While some studies present results that endorse the STS perspective as a positive approach to support students' learning of scientific concepts, other studies do not recognize the same potential. We consider the learning of scientific concepts as an important element for students to develop scientific literacy (SL). We have adopted a critical conception of SL, in which scientific concepts have to be articulated as a tool for understanding the context in which students are inserted. Therefore, our study intended to advance the understanding about the contribution of STS approach to science education, more specifically, to the learning of scientific concepts and their application in contexts of social relevance. We developed a STS didactic sequence on the theme "water" in the context of Adult Education. All the classes in which the didactic sequence was applied were audio and video recording. In addition, the students answered a multiple-choice questionnaire comprised by four questions that require the articulation of the scientific concepts addressed in the STS didactic sequence. The analysis of the results showed that the success rate in the multiple-choice questions was higher than usual. Our analyses indicate that some aspects supported the students' learning of scientific concepts in STS approach: the use of problematic situations, the use of evidence and the use of a theme of social and scientific relevance. In addition, the students wrote two texts about the theme "water": one at the beginning and another at the end of the didactic sequence. The analysis of these texts showed that, after the STS didactic sequence, the students started to use the scientific dimension to position themselves in relation to the theme "water". We concluded that the STS didactic sequence made it possible for many students to use the knowledge produced in the school to understand issues relevant to society. Our conclusion corroborate the view that STS teaching contributes to the development of students' SL.

**Keywords:** Science teaching, STS, thematic teaching, adult education, scientific literacy.



## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

### **FIGURAS**

Figura 1 – Fluxo do ensino de Ciências na perspectiva CTS .....	27
Figura 2 – Aproximação Freire-CTS .....	39
Figura 3 – Nuvem de palavras criada a partir das palavras chave dos artigos com temática CTS do X ENPEC (2015) .....	61
Figura 4 – Infográfico sobre o gasto de água envolvido na produção de diversos artefatos	75

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

### TABELAS

Tabela 1 – Categorização dos trabalhos da base ERIC de acordo com o foco de pesquisa .....	50
Tabela 2 – Natureza dos trabalhos da base ERIC .....	51
Tabela 3 – Relação dos autores mais citados nos trabalhos teóricos da base ERIC e o respectivo número de citações .....	53
Tabela 4 – Categorização dos trabalhos do X ENPEC de acordo com o foco de pesquisa .....	62
Tabela 5 – Comparação entre o foco dos trabalhos do ENPEC e o foco dos trabalhos encontrados na base ERIC.....	63
Tabela 6 – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre seres autótrofos e heterótrofos .....	87
Tabela 7 – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre a função do carvão no terrário .....	94
Tabela 8 – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre o fenômeno do copo “suado” .....	97
Tabela 9 – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre o funcionamento da panela de pressão .....	100

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS

Quadro 1 – Categorias de ensino CTS.....	29
Quadro 2 – Correntes CTS.....	32
Quadro 3 – Dimensões de Letramento Científico.....	46
Quadro 4 – Trabalhos da base ERIC analisados integralmente e suas respectivas naturezas .....	51
Quadro 5 – Tipos de trabalhos teóricos da base ERIC.....	53
Quadro 6 – Classificação dos trabalhos empíricos da base ERIC quanto à metodologia ....	55
Quadro 7 – Instrumentos de produção e análise de dados utilizados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca na base de dados ERIC.....	57
Quadro 8 – Resultados apresentados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca na base de dados ERIC.....	59
Quadro 9 – Instrumentos de produção e análise de dados utilizados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca nos anais do X ENPEC.....	65
Quadro 10 – Resultados apresentados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca nos anais do X ENPEC.....	67
Quadro 11 – Contribuições do ensino CTS para o LC segundo a literatura consultada.....	68
Quadro 12 – Categorização dos textos inicial e final por estudante .....	109

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ERIC	Education Resources Information Center
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais
FATEC	Faculdade Tecnológica de São Paulo
LC	Letramento Científico
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PET	Politereftalato de etileno
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1. HISTÓRICO DO MOVIMENTO CTS E OS DESDOBRAMENTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA .....</b>	<b>20</b>
1.1 DESDOBRAMENTOS DO MOVIMENTO CTS PARA O CAMPO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA ESCOLAR .	23
1.1.1 CAMINHOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA PERSPECTIVA DE TEMAS COM ABORDAGEM CTS .....	25
1.1.2 O ENSINO CTS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA.....	31
1.1.3 OS PRESSUPOSTOS DE FREIRE E POSSÍVEIS ARTICULAÇÕES COM O MOVIMENTO CTS: APROXIMAÇÕES E DIVERGÊNCIAS.....	34
1.2. LETRAMENTO CIENTÍFICO: DELIMITANDO A NOSSA COMPREENSÃO PARA UM TERMO POLISSÊMICO .....	43
1.3. OBJETIVOS.....	47
1.4. VISITANDO A LITERATURA: O QUE JÁ CONHECEMOS SOBRE A FORMAÇÃO DE ESTUDANTES QUE VIVENCIAM O ENSINO DE CIÊNCIAS NA PERSPECTIVA CTS.....	49
1.4.1 SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA A PARTIR DA BASE DE DADOS ERIC.....	49
1.4.1.1 ANÁLISE DOS ARTIGOS TEÓRICOS .....	53
1.4.1.2. SOBRE OS ARTIGOS EMPÍRICOS .....	54
1.4.2. O ENSINO CTS NO CONTEXTO BRASILEIRO: ANÁLISE DOS ARTIGOS DO X ENPEC.....	60
1.4.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA ACERCA DO ENSINO CTS E SUA RELAÇÃO COM O LETRAMENTO CIENTÍFICO .....	68
<b>CAPÍTULO 2. O PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>70</b>
2.1. O CONTEXTO DA PESQUISA E OS SUJEITOS INVESTIGADOS .....	72
2.2. O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	74
2.3. A PRODUÇÃO E A ANÁLISE DOS DADOS .....	81
2.3.1. O QUESTIONÁRIO DE MÚLTIPLA ESCOLHA E AS GRAVAÇÕES EM VÍDEO E ÁUDIO .....	81
2.3.1. SOBRE AS PRODUÇÕES TEXTUAIS E SUA ANÁLISE .....	83

<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>85</b>
3.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO DE MÚLTIPLA ESCOLHA .....	87
3.2. ANÁLISE DAS PRODUÇÕES TEXTUAIS .....	106
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM CTS PARA OS ESTUDANTES .....</b>	<b>121</b>
4.1. O ENSINO COM ABORDAGEM CTS OPORTUNIZA UM ESPAÇO DE APRENDIZAGEM NO QUAL OS ESTUDANTES SE APRESENTAM MAIS ENGAJADOS E PARTICIPATIVOS NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO? .....	122
4.2. DURANTE O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES COM A PERSPECTIVA TEMÁTICA, OS ESTUDANTES APRESENTAM CONTRIBUIÇÕES EFETIVAS PARA ENRIQUECER AS DISCUSSÕES, SE POSICIONANDO COM PONTOS DE VISTA MAIS ELABORADOS E FUNDAMENTADOS?.....	125
4.3. QUE ASPECTOS DA ABORDAGEM TEMÁTICA DO ENSINO DE CIÊNCIAS SE APRESENTARAM COMO POTENCIALIZADORES DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA? .....	127
4.4. QUE FATORES DESSA ABORDAGEM SE MOSTRARAM COMO LIMITANTES PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA? .....	130
4.5. A PARTIR DO ENSINO POR TEMAS CTS, OS ESTUDANTES APRESENTAM INDÍCIOS DE APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS, APLICANDO-OS EM CONTEXTOS COM RELEVÂNCIA SOCIAL? .....	132
4.6. RETOMANDO AS PRINCIPAIS QUESTÕES DE PESQUISA .....	134
<b>ANEXOS .....</b>	<b>145</b>
ANEXO A: REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS DA BASE ERIC ANALISADOS CRITICAMENTE .....	145
ANEXO B: REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS DO X ENPEC ANALISADOS CRITICAMENTE .....	148
ANEXO C: QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA UTILIZADAS NO INSTRUMENTO DE COLPRODUÇÃOETA DE DADO.....	152
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>154</b>
APÊNDICE A: FRAGMENTOS REPRESENTATIVOS DOS TEXTOS INICIAIS E FINAIS DOS ESTUDANTES.	154

## INTRODUÇÃO

A discussão sobre as mudanças nos objetivos da educação escolar tem se intensificado desde o século passado (CARVALHO, 2004). Como consequência, o ensino de Ciências vem sofrendo modificações relevantes, conforme o contexto sócio histórico. Nesse sentido, surgem reformas no ensino com o intuito de promover uma aprendizagem coerente com as características e as necessidades da sociedade e, para isso, novas estratégias são requeridas. No Brasil, alguns documentos oficiais têm norteado novas ações pedagógicas para a educação de nível básico, com destaque para a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002) e o texto preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2015).

No que se refere ao ensino de Ciências, dentre essas tendências inovadoras, têm se destacado: o ensino por investigação, as tecnologias da informação e comunicação, a experimentação, o ensino com enfoque nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), entre outras tendências. Este trabalho tem como foco de pesquisa o ensino de Ciências na perspectiva CTS. Nessa abordagem, o ensino ocorre por meio da problematização de questões sociais relevantes, como é o caso das questões ambientais, econômicas e energéticas, relacionando-as com os domínios tecnológico e científico, a fim de construir elementos para que os estudantes possam se posicionar criticamente acerca do tema em discussão (AULER, 2007).

Diante disso, muitas pesquisas indicam que a abordagem CTS pode potencializar o engajamento dos estudantes em estudar sobre ciências, uma vez que o ensino é promovido de maneira mais significativa para eles (AIKENHEAD, 1994). Outros autores (MILLER, 1983; SASSERON, 2013; SANTOS, 2007b) apontam essa perspectiva de ensino como uma oportunidade para que os estudantes avancem em direção ao Letramento Científico (LC). Na literatura consultada, fica claro que para o desenvolvimento do LC é necessário que haja o domínio de conhecimentos científicos básicos, bem como a habilidade de aplicá-los em diferentes contextos, principalmente em contextos sociais, do cotidiano dos estudantes.

As pesquisas que se dedicam a investigar sobre a contribuição do ensino de Ciências na perspectiva CTS para o desenvolvimento da dimensão conceitual do LC não têm apresentado resultados consensuais. Enquanto algumas investigações apresentam resultados que credenciam a perspectiva CTS como uma abordagem potencializadora da apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, outros trabalhos não reconhecem nessa abordagem o mesmo potencial.

Neste contexto, este trabalho se desenvolveu a partir da elaboração de uma sequência didática temática. A partir da aplicação dessa sequência didática nas aulas de Química, em uma escola de educação básica, com turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA), inferiu-se sobre sua contribuição para a apropriação dos conhecimentos científicos pelos estudantes, bem como para o desenvolvimento da habilidade desses estudantes em usar esses conhecimentos para explicar situações com relevância social. Neste sentido, este trabalho tem o intuito de responder as seguintes questões sobre a participação dos estudantes em uma sequência didática com caráter CTS:

- Quais as contribuições do ensino de Ciências com abordagem CTS para a apropriação de conhecimentos científicos pelos estudantes?
- Quais as contribuições do ensino de Ciências com abordagem CTS para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes?

Diante dessas duas questões, surgem outros questionamentos que orientaram o desenvolvimento deste trabalho, elucidando o entendimento das questões principais. Portanto, os questionamentos a seguir são, na verdade, desdobramentos das questões principais. São eles:

- O ensino com abordagem CTS oportuniza um espaço de aprendizagem no qual os estudantes se apresentam mais engajados e participativos no processo de construção do conhecimento?
- Durante o desenvolvimento das atividades com a perspectiva temática, os estudantes apresentam contribuições efetivas para enriquecer as discussões, se posicionando com pontos de vista mais elaborados e fundamentados?
- Que aspectos da abordagem temática do ensino de Ciências se apresentaram como potencializadores do processo de ensino e aprendizagem durante o desenvolvimento da sequência didática?



- Que fatores dessa abordagem se mostraram como limitantes para o processo de ensino e aprendizagem durante o desenvolvimento da sequência didática?
- A partir do ensino por temas CTS, os estudantes apresentam indícios de apropriação de conceitos científicos, aplicando-os em contextos com relevância social?

Acreditamos que, ao tentar responder essas questões norteadoras, podemos encontrar contribuições para a linha de pesquisa em ensino de Ciências, com potencial para reverberar contribuições para a prática do professor e, conseqüentemente, para a sociedade. Considerando que não há consenso na literatura acerca da contribuição do ensino a partir de temas para a apropriação de conceitos científicos, este trabalho produz dados e reflexões que podem auxiliar nessa compreensão. Acreditamos que quando os estudantes vivenciam o ensino promovido a partir de uma sequência didática fundamentada na abordagem temática com enfoque CTS, a apropriação dos conceitos tende a ocorrer de maneira mais significativa para os estudantes.

Investigamos, ainda, se há indícios de que o ensino de Ciências a partir de temas CTS contribui para que os estudantes desenvolvam a habilidade de articular os conceitos científicos em contextos de relevância social. Desta forma, acreditamos que será possível avançar na compreensão sobre a contribuição do ensino de Ciências com abordagem CTS para a formação de cidadãos letrados cientificamente.

A realização deste trabalho também pode contribuir para que se faça uma análise crítica das potencialidades do ensino temático fundamentado nos pressupostos da abordagem CTS em um contexto escolar brasileiro. A partir dessa análise, surgiram abstrações que podem encaminhar essa perspectiva de ensino de Ciências para uma posição mais dominante no currículo. Além disso, essa análise pode auxiliar na orientação e na formação de professores para que eles promovam o ensino de Ciências na perspectiva CTS, uma vez que nos esforçamos para evidenciar quais fatores auxiliam e quais são dificultadores dos processos de domínio, apropriação e articulação do conhecimento científico nessa abordagem. Neste sentido, esses possíveis desdobramentos da pesquisa podem contribuir para que a prática escolar caminhe no sentido de aprimorar o Letramento Científico da população brasileira.

Em Junho de 2014, a empresa Abramundo, em parceria com o Instituto Paulo Montenegro e a ONG Ação Educativa, divulgou os resultados de uma pesquisa sobre o

“Índice de Letramento Científico” da população brasileira. De acordo com os órgãos responsáveis pela pesquisa, o Índice de Letramento Científico evidencia a habilidade das pessoas de aplicar o conhecimento científico em atividades rotineiras. Os resultados apontam que somente 5% dos pesquisados apresentam “Letramento Científico proficiente”<sup>1</sup>. Diante deste contexto, é necessário que novas práticas escolares sejam implementadas nas escolas brasileiras.

Conforme apresentado anteriormente, uma possibilidade de rompimento com o ensino pautado na simples transmissão de informações é o uso de novas perspectivas de ensino, como o ensino a partir de temas CTS. Entretanto, é necessário que essas abordagens sejam exaustivamente estudadas, a fim de se conhecer sobre o seu alcance e as suas limitações, para que a sua possível implementação se dê de maneira consciente e para que melhores resultados sejam alcançados a partir dela. É nesse contexto que nosso trabalho se insere.

Para isso, no capítulo 1, apresentamos o histórico e as características do movimento CTS, bem como os desdobramentos desse movimento para o campo da educação, mais especificamente, para o ensino de Ciências. Feito isso, fizemos uma articulação entre os pressupostos do ensino de Ciências na perspectiva CTS e a pedagogia de Paulo Freire. Essa articulação tem sido realizada por alguns autores brasileiros (por exemplo: NASCIMENTO e LINSINGEN, 2006; ROSO e AULER, 2016; SANTOS, 2008; SANTOS, 2011; AULER, 2008; AULER e DELIZOICOV, 2006; STRIEDER, 2008) que se dedicam a estudar sobre o ensino de Ciências com abordagem CTS, com o intuito de ressignificar os pressupostos CTS no contexto brasileiro.

Conforme apresentado no primeiro capítulo, alguns autores têm se mostrado confiantes no ensino de Ciências CTS como uma abordagem (ou uma perspectiva) com potencial para desenvolver o letramento científico (LC) dos estudantes. Diante disso, discutimos acerca dos significados de LC encontrados na literatura, uma vez que esse é um termo polissêmico.

Considerando os diversos entendimentos para LC presentes na literatura, nos esforçamos para expressar a concepção de LC que adotamos, de maneira que essa seja coerente com os pressupostos teóricos sobre o ensino de Ciências presentes neste

---

<sup>1</sup> Pesquisa disponível em: <http://www.abramundo.com.br/newsletter07/indicador.html>. Acesso em: 12/10/2015.

trabalho. Feito isso, encerramos o capítulo 1 apresentando uma revisão da literatura que buscou conhecer as contribuições do ensino de Ciências na perspectiva CTS para o desenvolvimento do LC dos estudantes.

No capítulo 2, apresentamos o percurso metodológico que seguimos. Para isso, descrevemos as etapas nas quais esse trabalho se constituiu: (i) viabilizar um contexto de pesquisa adequado aos nossos objetivos; (ii) desenvolver uma sequência didática fundamentada nos pressupostos do ensino CTS; (iii) produzir e analisar os dados sobre as contribuições dessa sequência didática para a aprendizagem dos estudantes. Ademais, realizamos a descrição dos nossos sujeitos de pesquisa e do contexto em que este trabalho se desenvolveu.

No terceiro capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir dos instrumentos de produção de dados, bem como a análise desses resultados. Ao longo do capítulo, apresentamos a relação da nossa análise com a literatura consultada. Ainda no capítulo 3, nos esforçamos para fornecer elementos suficientes para que as questões de pesquisa fossem discutidas.

Por fim, encerramos este trabalho com as considerações finais. Nessa seção, discutimos as questões de pesquisa com base nos resultados encontrados e nas análises dos mesmos.

## **CAPÍTULO 1. HISTÓRICO DO MOVIMENTO CTS E OS DESDOBRAMENTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

No final da década de 1950, após duas grandes guerras na primeira metade do século, o contexto mundial era o da Guerra Fria. Segundo Yager (2000), nesse contexto as potências capitalistas e socialistas buscavam evidenciar soberania na economia, mas também na esfera científica, uma vez que o desenvolvimento da ciência poderia garantir a essas potências o avanço tecnológico, culminando na criação de armas mais potentes, de novas fontes de energias, entre outras formas de representação de poder frente ao “inimigo”. Nessa perspectiva, argumenta o autor, o objetivo do ensino de Ciências era a formação de cientistas que pudessem contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Portanto, era objetivo da escola que os estudantes aprendessem a Ciência que os cientistas sabiam e aplicavam na realização de pesquisas, mesmo que muitas vezes os conceitos científicos abordados em sala de aula não fossem diretamente relacionados ao cotidiano desses estudantes.

Até então, acreditava-se que as decisões do campo científico eram de caráter unicamente técnico, ou seja, livre de ideologias e propósitos que não fossem a evolução do conhecimento. Na conjuntura que precedeu a segunda guerra, a visão salvacionista sobre a ciência predominava entre os cidadãos. Para a maioria deles, a ciência visava a salvação de todos os males e problemas sociais. Em consequência disso, surgiu o determinismo tecnológico, que pressupõe que o desenvolvimento científico levaria a sociedade ao desenvolvimento tecnológico que, por sua vez, acarretaria o desenvolvimento econômico e tudo isso culminaria no desenvolvimento social, ou seja, no bem-estar social (AULER; DELIZOICOV, 2006).

No entanto, o agravamento de alguns problemas ambientais e o desenvolvimento de aparatos bélicos acabaram por colocar em risco a vida de cidadãos de várias partes do mundo (YAGER, 2000). O desenvolvimento decorrente da chamada revolução científica do século XX colocou em xeque a visão salvacionista da ciência. Houve um momento da história (a partir da segunda metade do século XX), em que a sociedade já não estava tão confortável como estivera até então em relação ao desenvolvimento científico. A microeletrônica, a microbiologia e a energia nuclear, por exemplo, abalaram as relações da

sociedade com a ciência e a tecnologia, potencializando o debate sobre o lado positivo e o negativo da produção científica (BITTAR; FERREIRA JR, 2014).

A microeletrônica se desenvolveu com base na Teoria Computacional, de Alan Turning, divulgada em 1935. A partir dela, já na década de 1970, foi possível a criação de equipamentos que mudaram o cotidiano das pessoas, tais como a geladeira, as máquinas de lavar roupas e louças, os televisores. Além disso, processos industriais foram automatizados, o que foi visto com bons olhos, uma vez que poupou trabalhadores de serviços braçais. Ao mesmo tempo, causou temor por produzir o que chamaram de desemprego estrutural – substituição de humanos por máquinas nas linhas de produção (BITTAR; FERREIRA JR, 2014).

No que se refere ao campo da microbiologia, o conhecimento sobre genética possibilitou boas perspectivas na luta contra doenças congênitas. Entretanto, surgiu o debate ético sobre a possibilidade de criação de um “super-homem”. Naquele contexto, a sociedade se espantava com a possibilidade desse “super-homem” servir a algum regime totalitário o que, conseqüentemente, refletiria em problemas para o mundo (BITTAR; FERREIRA JR, 2014).

Por fim, a energia nuclear explicitou as duas faces da ciência para a sociedade. O avanço do conhecimento sobre esse tópico foi certamente o que mais mostrou ao mundo que a produção científica não estava exclusivamente a serviço do bem-estar social. Se por um lado esse conhecimento permitiu diversificar a matriz energética, sem emitir gases poluentes, por outro, a partir dele foi possível construir as bombas nucleares que foram detonadas sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki, matando cerca de 100 mil e de 70 mil pessoas, respectivamente, na segunda guerra mundial (BITTAR; FERREIRA JR, 2014).

Diante disso, grupos da sociedade começaram a refletir sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente. A partir dessa reflexão, surgiu o movimento CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS, 2008a; YAGER, 2000). Para esse movimento, (i) o desenvolvimento científico e tecnológico é um processo social, uma vez que depende da produção humana e, portanto, não é um processo neutro, livre de ideologias; e (ii) as mudanças científicas e tecnológicas causam impactos positivos e negativos na sociedade e, portanto, as decisões sobre os rumos da ciência e da tecnologia devem ser de cunho democrático, em detrimento da tecnocracia

normalmente empregada (ARGO, 2001). O objetivo dos estudos CTS foi (e ainda é) promover a discussão sobre os impactos da produção científica e tecnológica no contexto social, de maneira que a sociedade possa participar indicando os caminhos para essa produção (CHRISPINO *et al.*, 2013).

Segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), os estudos CTS se desenvolveram principalmente em três grandes campos: acadêmico, político e educacional. No domínio acadêmico, os estudos CTS tendem a desenvolver uma visão socialmente contextualizada da produção científica. Portanto, considera-se o conhecimento científico como uma produção humana e, por isso mesmo, não há neutralidade, e sim um caráter ideológico. Em relação aos estudos do campo político, o movimento CTS propõe que haja a regulação das atividades científicas e tecnológicas pela sociedade, de forma que a participação dos indivíduos nas tomadas de decisão seja potencializada. Enfim, no que se refere ao campo educacional, os estudos CTS têm indicado o desenvolvimento de currículos fundamentados em temas que oportunizam discussões sobre a natureza do conhecimento científico, bem como o desenvolvimento de habilidades críticas pelos estudantes, a fim de que eles se posicionem em questões problemáticas do mundo contemporâneo.

No Brasil, as ideias do movimento CTS se tornaram mais evidentes a partir da década de 1990, principalmente no campo de pesquisa em Educação Científica e Tecnológica (CHRISPINO *et al.*, 2013). O ensino de Ciências, que até então tinha como princípio a formação de cientistas, passou a ter como um de seus objetivos a formação de cidadãos mais críticos, capazes de articular os domínios da ciência, da tecnologia, da sociedade, capacitando-os para as tomadas de decisão requeridas na atualidade (SANTOS, 2007a).

## 1.1 Desdobramentos do movimento CTS para o campo da educação científica escolar

Em consequência da influência de pressupostos CTS no campo educacional, especialistas em ensino de Ciências passaram a se preocupar em proporcionar aos estudantes novos modos de articular os conceitos e de entender os fenômenos do mundo, a fim de que ocorra a inserção dos mesmos nos processos democráticos da sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002). Nesse contexto, surgiu uma nova tendência de ensino de Ciências: a abordagem temática com enfoque nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nessa tendência educacional, os conceitos não poderiam mais ser apresentados de maneira desvinculada da realidade dos alunos. A ênfase se dirige para o tema e os conceitos passam a ser usados para potencializar a compreensão do mesmo, mediante a articulação deles com os domínios social e tecnológico. Nesse caso, é possível que os conceitos científicos tenham importância secundária quando comparados aos temas, embora mantenham a sua importância.

Portanto, na perspectiva CTS, a esfera científica não deve ser apresentada como absoluta e hierarquicamente superior às outras esferas. O tema de trabalho pode ser organizado de forma a propiciar a apresentação de ideias construídas por diferentes grupos da sociedade, a fim de que os estudantes discutam, além do aspecto científico, os aspectos sociais e tecnológicos envolvidos no contexto. Nesse sentido, a educação escolar pode oportunizar a construção dos posicionamentos dos estudantes em questões problemáticas de cunho tecnocientífico da sociedade contemporânea (SANTOS; MORTIMER, 2002).

No que se refere ao domínio tecnológico, é fundamental que os aspectos organizacionais e culturais sejam ponto de debate entre os estudantes. Segundo Santos e Mortimer (2002), esse campo frequentemente é apresentado aos estudantes somente no seu aspecto técnico, ou seja, de entendimento do funcionamento de aparelhos, ou de sua produção. Entretanto, segundo os autores,

a identificação dos aspectos organizacionais e culturais da tecnologia permite compreender como ela é dependente dos sistemas sócio-políticos e dos valores e das ideologias da cultura em que se insere. É com esse entendimento que o cidadão passa a perceber as interferências que a tecnologia tem em sua vida e como ele pode interferir nessa atividade (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 8).

Auler (2007) pontua que um currículo CTS, com as características expostas anteriormente, pode promover um maior interesse e engajamento dos estudantes com a ciência, uma vez que aproxima o debate científico do cotidiano dos estudantes. Aikenhead (1994) também aponta pontos positivos da educação científica na perspectiva CTS, indicando que ela pode potencializar a ocorrência de um processo de aprendizagem mais significativo.

Em um trabalho de revisão da literatura, Aikenhead (2005) relata que o ensino de Ciências na perspectiva CTS é, sem dúvidas, eficiente e confiável em termos educacionais. O autor ainda argumenta que na esfera política essa perspectiva de ensino ainda encontra muitas dificuldades, justamente por não ser colocada em uma posição dominante no currículo de ensino de Ciências. Robert Yager, assim como Aikenhead, é um autor que tem se dedicado a avançar no entendimento sobre as contribuições do ensino CTS para os estudantes. Em vários estudos de caráter semiquantitativo, Yager e colaboradores (YAGER et al., 2005; YAGER et al., 2006; AKCAY e YAGER, 2010) têm defendido a tese de que estudantes que vivenciam o ensino de Ciências na perspectiva CTS têm evoluído no que se refere à participação nas aulas e na habilidade de articulação desses conceitos científicos em contextos diferentes.

Esses resultados são reforçados por Overman *et al.* (2014), que relatam que o ensino a partir de temas aproxima o currículo do ensino de Ciências à realidade dos estudantes. Neste sentido, essa abordagem pode potencializar a aprendizagem de conceitos científicos por meio da discussão desses em contextos mais significativos para os estudantes. Entretanto, a implementação dessa perspectiva de ensino não se dá de maneira simples e vem andando devagar, conforme pontuam Dagnino, Silva e Padovanni (2011).



### **1.1.1 Caminhos para a implementação do ensino de Ciências na perspectiva de temas com abordagem CTS**

Assim como Dagnino, Silva e Padovanni (2011), de Jong (2008) alerta que a implementação do ensino por temas com relevância social não é tão simples. Para que esse processo se dê de maneira bem-sucedida, ele pode ser pensado em três perspectivas: a formação dos professores, o currículo e os estudantes. É fundamental que os professores tenham em sua formação, inicial e continuada, aulas teóricas e práticas sobre como mediar o ensino a partir de temas geradores. De Jong (2008) defende que muitas vezes o professor não faz a relação correta entre o contexto ou tema de ensino com os conceitos científicos envolvidos. Outro erro comum ocorre quando os professores usam o tema só como exemplificação ou ilustração dos conteúdos científicos já discutidos, ou como um evento fragmentado do ensino, sem conexão direta com os conceitos que se pretende discutir.

De Jong (2008) discute que, de uma forma geral, o ensino por temas ainda não tem uma posição dominante nos currículos de ensino de Ciências. Em consequência disso, pode haver um sentimento de falta de compromisso dos estudantes e professores ao se trabalhar o ensino de Ciências por temas, uma vez que os temas comumente são propostos somente como ilustração de conceitos e não se tornam o ponto central do currículo. Para o autor, um passo importante para alcançar melhores resultados com o ensino por temas seria a instituição desse em uma posição mais dominante e central nos currículos de ensino de ciências, sem que os conceitos científicos fossem abandonados. Para isso, seria necessário que os currículos abandonassem a sua estrutura tradicional, ou seja, o planejamento dos cursos passaria a ser feito a partir de temas e não de conteúdos científicos.

A escolha da temática na qual vão emergir os conceitos científicos deve ser feita considerando contextos que podem promover o interesse dos estudantes e, ao mesmo tempo, tenham relevância científica. Entretanto, o tema não pode ser um distrator na construção do conhecimento científico. Alguns temas podem ser tão interessantes, no seu aspecto social, que tendem a impedir que os estudantes se atentem ao conhecimento científico relacionado a ele (DE JONG, 2008).

Outro fator importante relacionado ao tema de estudo é que ele não pode ser muito complexo e de difícil compreensão para os estudantes, assim como não deve confundir os alunos. É indicado, também, que os temas sejam controversos, a fim de que os estudantes se engajem na discussão sobre eles e apresentem argumentos fundamentados em aspectos científicos, tecnológicos e sociais, simultaneamente. Desta forma, esses estudantes podem sustentar um posicionamento crítico diante do tema ou do problema em questão (JONG, 2008). Em consonância com de Jong (2008), Quadros (2016b) afirma que o tema deve ser de interesse do estudante e da ciência. Para a autora, ser de interesse do estudante é considerado importante para que ele se envolva nas discussões, enquanto ser de interesse da ciência é interessante para que o tema favoreça a inserção de conceitos científicos.

Nesse sentido, o ensino de Ciências temático com abordagem CTS tende a promover uma formação escolar mais crítica e menos técnica, uma vez que por meio da análise das relações entre os domínios científicos, tecnológicos e sociais, o ensino CTS tem como um dos objetivos fornecer aos estudantes ferramentas para que eles compreendam as próprias experiências cotidianas. Em consequência disso, é importante reiterar que essa perspectiva de ensino implica na seleção de um tema significativo, que possa despertar o interesse dos estudantes e que, ao mesmo tempo, possa ser favorável à introdução de conceitos científicos relevantes para potencializar a compreensão sobre o mundo. Destarte, o desenvolvimento de conceitos científicos ocorre a partir dos ambientes social e tecnológico dos estudantes (AIKENHEAD, 1994).

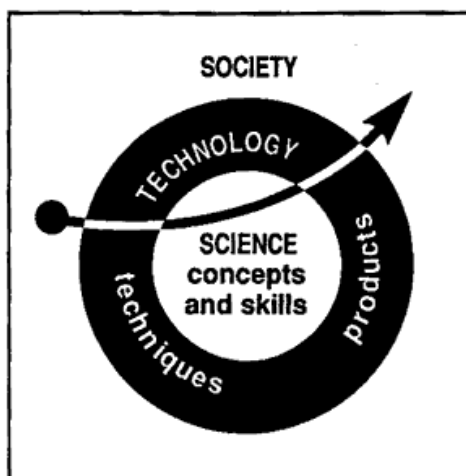
Stolk *et al.* (2011) e de Vos *et al.* (2002), assim como de Jong (2008), defendem que o currículo fundamentado em temas deve ser organizado por unidades temáticas, ao invés de unidades orientadas por conteúdos. Ainda segundo os autores, cada uma dessas unidades deve abordar um tema diferente e deve ser estruturada em três partes.

Esses autores sugerem que, na primeira parte, um problema relacionado ao contexto da unidade temática e de provável interesse dos estudantes seja apresentado. É esperado que essa problematização inicial engaje os estudantes no estudo sobre conceitos científicos necessários para compreender aspectos tecnológicos do problema. Em uma segunda etapa, a unidade temática deve conter atividades que oportunizem a discussão desses conceitos científicos, sempre relacionando-os ao contexto inicial. Por último, é desejável que a unidade temática promova aos alunos a possibilidade de articular os conceitos

científico-tecnológicos para investigar o problema inicial. Nesse sentido, os estudantes podem se posicionar diante dessas questões e propor respostas ou soluções (STOLK et al, 2011; DE VOS et al, 2002).

Essa ideia vai ao encontro do que Aikenhead (1994) propõe para o currículo CTS. De acordo com esse autor, os currículos também devem ser orientados por temas de interesse da sociedade, culminando no estudo da tecnologia e ciência envolvidas nesses temas. A Figura 1 apresenta um diagrama elaborado por Aikenhead para nortear o desenvolvimento de um currículo fundamentado nos pressupostos do movimento CTS.

**Figura 1** – Fluxo do ensino de Ciências na perspectiva CTS



Fonte: (AIKENHEAD, 1994, p. 37)

Para Aikenhead (1994), a seta da Figura 1 indica o percurso que as atividades de um currículo fundamentado nos pressupostos do movimento CTS deve percorrer. Nesse sentido, o tema de trabalho é inserido a partir de um aspecto da sociedade que tenha relevância para os estudantes. A partir da problematização inicial, os estudantes são levados a estabelecer relações desse problema de cunho social com o campo tecnológico.

Destarte, cria-se a necessidade de se estudar sobre os conceitos científicos relacionados ao domínio tecnológico. Por meio da articulação do conhecimento científico necessário, os estudantes são conduzidos a rediscutir os aspectos tecnológicos para compreendê-los. Por fim, os estudantes podem voltar à questão inicial (problematização da esfera social) e se posicionar diante dela criticamente, levando em conta a ciência e a tecnologia.

Sendo assim, o contexto social não é utilizado somente como ponto de partida da sequência de ensino, com o objetivo de despertar o interesse dos estudantes. A esfera social é também o ponto final do fluxo proposto por Aikenhead. Portanto, o ensino é organizado de maneira que os estudantes articulem os conceitos científicos com os aspectos tecnológicos, para construir o posicionamento crítico diante de uma situação da sociedade e relevante para eles.

Temos percebido que nem sempre as propostas de ensino com enfoque CTS organizam o conteúdo científico subordinado às questões tecnológicas e sociais. Alguns autores (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003; MOTIMER; SANTOS, 2002; PEDRETTI; NAZIR, 2011) categorizam o ensino CTS de acordo com a forma em que ele é promovido. Essas categorizações são o reflexo da diversidade de possibilidades de interpretação das ideias do movimento CTS articuladas à educação científica.

Segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) há na literatura ocorrência de três diferentes categorias de programas educacionais com abordagem CTS: (i) enxerto CTS; (ii) a ciência vista por meio de CTS; e (iii) CTS puro. O “enxerto CTS” é entendido como a inclusão de alguns temas CTS nos currículos tradicionais de ensino de Ciências. Dessa maneira, o tema emerge apenas como um exemplo de aplicação do conteúdo científico, assumindo papel complementar nas aulas.

Por outro lado, os programas curriculares que se caracterizam por apresentar “a ciência vista por meio de temas CTS” têm características semelhantes ao que Aikenhead propõe no esquema apresentado na Figura 1. Segundo Bazzo, Linsingen e Perereira (2003),

trata-se de um conjunto de unidades onde em cada uma delas tomam-se problemas básicos relacionados com os futuros papéis dos estudantes (como consumidor, como cidadão e como profissional); a partir daí seleciona-se e estrutura-se o conhecimento científico e tecnológico necessário para que o estudante seja capacitado para entender um artefato, tomar uma decisão ou entender um ponto de vista sobre um problema social relacionado de algum modo com a ciência e com a tecnologia (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003, p. 148)

Waks (1990) ressalta que currículos estruturados com essa perspectiva apresentam algumas virtudes, como: (i) promover a aprendizagem de conceitos científicos úteis; (ii) facilitar a aprendizagem desses conceitos, uma vez que eles são abordados em contextos próximos aos estudantes; e (iii) aproximar o conhecimento produzido no espaço escolar ao exercício da cidadania.

Por fim, os currículos “CTS puro” são organizados a partir de discussões de cunho político, ético e moral dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade. Nessa perspectiva, os conceitos científicos são requeridos pontualmente, somente quando se fazem necessário para enriquecer a discussão (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

Assim como Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), Santos e Mortimer (2002) ressaltam que nem todas as propostas de ensino que têm sido denominadas como “abordagem CTS” apresentam características que potencializem a articulação entre aspectos dos campos científicos, tecnológicos e sociais. Diante disso, os autores apresentam oito categorias para os cursos CTS propostas por Aikenhead (1994). A primeira categoria não favorece a articulação entre CTS, enquanto a última potencializa ao máximo essa articulação, conforme pode ser verificado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Categorias de ensino CTS**

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
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 ciências. 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 ciências, 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 ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita 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 ciências 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:** AIKENHEAD (1994) apud. SANTOS e MORTIMER (2002 p. 15-16)

Ao realizar uma minuciosa revisão da literatura, Pedretti e Nazir (2011) também identificam diferentes abordagens com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA<sup>2</sup>). As autoras perceberam a existência de seis correntes de ensino CTSA, de acordo com os diferentes focos utilizados no processo de ensino. Além disso, ao analisarem a publicação de 40 anos sobre CTS e ensino, as autoras também identificam os objetivos, a abordagem de ensino predominante e exemplos de estratégias para cada uma das seis correntes, conforme apresentado no Quadro 2.

Pedretti e Nazir (2011) explicam que a variedade de concepções teóricas e práticas existentes quando se trata de ensino de Ciências na perspectiva CTS pode ter surgido por dois motivos: (i) por influência política e dos gestores educacionais; e (ii) pela multiplicidade de contextos em que a educação CTS tem se desenvolvido. As autoras explicam que em um ambiente onde as questões multiculturais são críticas, é natural que se desenvolvam práticas de ensino que fazem parte da corrente sociocultural, enquanto em contextos de avançada tecnologia os professores tendem a desenvolver atividades CTS da corrente de aplicação/ criação.

Entretanto, apesar de inúmeras propostas de ensino CTS e do intenso debate ocorrido nas últimas décadas, com algumas exceções, as orientações advindas do movimento CTS não foram fortemente incorporadas na prática dos professores de Ciências no Brasil. O que pode ser percebido é que, em muitas situações escolares, o ensino tradicional, fundamentado na transmissão de conteúdos descontextualizados, ainda é praticado em muitas escolas.

Segundo Aikenhead (2005), o ensino tradicional de Ciências tem falhado em três aspectos principais. O autor argumenta que cada vez menos estudantes têm mostrado interesse em cursos relacionados às Ciências. Outro fator negativo do ensino tradicional apontado pelo autor é a imagem mítica e inadequada da Ciência e dos cientistas, que é transmitida aos estudantes nessa abordagem de ensino. Por último, o autor destaca que os estudantes que percorrem uma trajetória de educação científica fundamentada na

---

<sup>2</sup> Pedretti e Nazir (2011), como alguns outros pesquisadores, usam a sigla CTSA (em inglês, STSE) em vez de CTS. Elas fazem essa opção a fim de explicitar a dimensão ambiental do movimento e para incluir na discussão sobre ensino de ciências na perspectiva CTS aspectos da Educação Ambiental. Entretanto, acompanhamos Santos (2007b) ao fazer a escolha pelo uso da sigla CTS, por essa ser mais usual na literatura e por acreditar que as questões ambientais já estão inseridas no estudo sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

transmissão de saberes tendem a não se interessar pelo campo científico, uma vez que, no ensino tradicional, os conceitos são apresentados pelo professor de maneira descontextualizada, ou seja, sem relação com temas de relevância para os estudantes e para a sociedade (AIKENHEAD, 2005).

Considerando o contexto descrito, fica evidente que ensinar ciências por meio da transmissão de informações desvinculadas do mundo da vida dos estudantes não é considerado adequado para potencializar a formação de cidadãos críticos, que usem a ciência para interpretar fenômenos e se posicionar diante de situações-problemas na sociedade contemporânea. Essa perspectiva de formação de cidadãos críticos tem se tornado o novo paradigma do ensino de Ciências (MANSOUR, 2009) e tem como um de seus objetivos potencializar a promoção do Letramento Científico<sup>3</sup> (LC) aos estudantes, a fim de que esses sejam inseridos nos processos democráticos e de tomada de decisão na sociedade (SANTOS, 2007a).

### **1.1.2 O ensino CTS no contexto da educação básica brasileira**

No Brasil, a percepção sobre a necessidade de transição entre o ensino tradicional e novas ações pedagógicas, como é o caso do ensino temático com enfoque CTS, pode estar sendo impulsionado pelas orientações de documentos oficiais brasileiros, com destaque para a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB (BRASIL, 1996); os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002); e, mais recentemente, o texto preliminar da Base Nacional Curricular Comum, BNCC (BRASIL, 2015), divulgado em setembro de 2015 pelo Ministério da Educação. Nesses documentos é possível observar algumas críticas claras à prática do ensino tradicional, bem como a orientação do uso de novas práticas pedagógicas.

---

<sup>3</sup> Na literatura, existe a variação entre os termos “letramento científico” e “alfabetização científica”. Adiante, vamos expor os motivos da nossa escolha pelo termo letramento, bem como nosso entendimento teórico sobre o assunto.

**Quadro 2 – Correntes CTS**

<b>Corrente</b>	<b>Foco</b>	<b>Objetivos do ensino de Ciências</b>	<b>Abordagem predominante</b>	<b>Exemplos de estratégias</b>
Aplicação/ criação	Resolver problemas por meio da criação de novas tecnologias ou adequação de tecnologias existentes (ênfase na investigação e desenvolvimento de habilidades)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação prática/ Utilidade</li> <li>- Resolução de problemas</li> <li>- Transmissão de conhecimento e habilidades técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cognitiva</li> <li>- Experimental</li> <li>- Pragmática</li> <li>- Criativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendizagem fundamentada na resolução de problemas</li> <li>- Criação e construção de artefatos</li> </ul>
Histórica	Compreender que a prática científica está diretamente atrelada a aspectos históricos e sócios culturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento cultural e intelectual</li> <li>- Desenvolvimento de valores intrínsecos (interesse, engajamento e necessidade)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criativa</li> <li>- Reflexiva</li> <li>- Afetiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo de casos históricos</li> <li>- Encenações</li> <li>- Simulações</li> </ul>
Lógica	Compreender e tomar decisão em questões sociocientíficas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cidadania</li> <li>- Responsabilidade cívica</li> <li>- Tomada de decisão individual e coletiva</li> <li>- Comunicação de ideias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexiva</li> <li>- Cognitiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de questões sociocientíficas</li> <li>- Análise de riscos/ benefícios</li> <li>- Análise de diferentes pontos de vistas</li> <li>- Uso de modelos argumentativos</li> <li>- Modelos de tomada de decisão</li> <li>- Debates</li> </ul>
Centrada em valores	Compreender e tomar decisão em questões sociocientíficas levando em consideração aspectos éticos e morais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cidadania</li> <li>- Responsabilidade cívica</li> <li>- Tomada de decisão individual e coletiva</li> <li>- Comunicação de ideias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afetiva</li> <li>- Moral</li> <li>- Lógica</li> <li>- Crítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo de caso</li> <li>- Análise de questões sociocientíficas</li> <li>- Uso de estruturas filosóficas morais</li> <li>- Esclarecimento de valores</li> <li>- Tomada de decisão fundamentada na moral</li> </ul>
Sociocultural	Entender a ciência e a tecnologia como campos existentes em um contexto sociocultural mais amplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento cultural e intelectual</li> <li>- Comunicação de ideias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Holística</li> <li>- Reflexiva</li> <li>- Experimental</li> <li>- Afetiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo de caso</li> <li>- Análise de questões sociocientíficas</li> <li>- Inclusão de visões de mundo alternativas</li> <li>- Contar histórias</li> <li>- Currículo integrado</li> </ul>
Justiça “ecossocial”	Analisar criticamente e propor soluções, por meio da ação humana, para problemas de cunho social e/ou ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação cidadã</li> <li>- Responsabilidade cívica</li> <li>- Resolução de problemas</li> <li>- Transformação/ atuação/ emancipação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criativa</li> <li>- Afetiva</li> <li>- Reflexiva</li> <li>- Crítica</li> <li>- Experimental</li> <li>- Baseada na comunidade local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise de questões sociocientíficas</li> <li>- Estudo de caso</li> <li>- Projetos da comunidade local</li> <li>- Debates</li> <li>- Desenvolvimento de plano de ação</li> <li>- Uso de contextos locais e globais</li> </ul>

Fonte: PEDRETTI e NAZIR (2011, p. 607-608, tradução nossa)



Na seção “Conhecimentos de Química” do PCN (BRASIL, 1999), as críticas ao ensino tradicional estão explícitas, como pode ser evidenciado em:

Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o “conhecimento acumulado”. (...) No Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores. (BRASIL, 1999, p. 30)

Também ficam explícitas nesse documento algumas orientações advindas do movimento CTS para promover um ensino de Ciências mais significativo aos estudantes, principalmente o ensino a partir de temas:

Os conteúdos nessa fase (ensino médio) devem ser abordados a partir de temas que permitam a contextualização do conhecimento. Nesse sentido, podem ser explorados, por exemplo, temas como metalurgia, solos e sua fertilização, combustíveis e combustão, obtenção, conservação e uso dos alimentos, chuva ácida, tratamento de água etc. (...) Esses temas, mais do que fontes desencadeadoras de conhecimentos específicos, devem ser vistos como instrumentos para uma primeira leitura integrada do mundo com as lentes da Química (BRASIL, 1999, p. 34).

Na BNCC (BRASIL, 2015), também são apresentadas ideias que vão ao encontro dos pressupostos do ensino CTS:

(...) o ensino de Ciências naturais visa capacitar as crianças, os jovens e os adultos para reconhecer e interpretar fenômenos, problemas e situações práticas, como, por exemplo, questões associadas à geração e ao tratamento de lixo urbano e à qualidade do ar de nossas cidades, ao uso de agrotóxicos em nossas lavouras, a partir de diferentes visões de mundo, contextos e intencionalidades, para que esses sujeitos possam construir posições e tomar decisões argumentadas, perante os desafios do seu tempo (Brasil, 2015).

Seguindo essa tendência e as orientações dos PCNs, o ensino de Ciências a partir da discussão de temas com relevância para a sociedade contemporânea tende a ganhar um lugar de mais destaque dentre as formas de se ensinar ciências no Brasil. Isso pode ser percebido por meio dos vários trabalhos, na forma de relato de experiências, que têm sido realizados na perspectiva CTS, com temáticas como petróleo (SANTA MARIA et al., 2002), meio ambiente (RIBEIRO et al., 2010), solos e agrotóxicos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012), água (QUADROS, 2004), entre outros.

Além dos relatos de experiência, alguns pesquisadores têm se dedicado a estudar sobre as contribuições e limitações da perspectiva temática e CTS para o ensino de Ciências. Muitos deles (AULER; DELIZOICOV, 2006; NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006; AULER, 2013; AULER; DALMOLIN, 2009; SANTOS, 2008; SANTOS, 2011) articulam os conhecimentos advindos do movimento CTS com as ideias de Paulo Freire, reconhecidamente um dos maiores intelectuais brasileiros do século XX. Nesse sentido, dedicamos a próximo item a essa relação.

### **1.1.3 Os pressupostos de Freire e possíveis articulações com o movimento CTS: aproximações e divergências**

No livro *Pedagogia do Oprimido*, escrito em 1968, Paulo Freire apresenta uma análise profunda dos mecanismos pelos quais a sociedade perpetua padrões de opressão. Freire argumenta que a escola, lugar ao qual é creditada a esperança da promoção da transformação social, na verdade, atua como instrumento de conservação da lógica opressora da sociedade e isso se dá por meio da concepção bancária da educação.

De acordo com Freire (2011), a relação educador-educando<sup>4</sup> é tradicionalmente fundamentada a partir de depósitos de conteúdos. Nesse sentido, o professor transmite situações alheias às vivências dos estudantes, enquanto estes têm o papel passivo de ouvi-lo. Daí vem o significado para a concepção bancária da educação, proposta por Freire, em que

o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los (FREIRE, 2011, p. 80-81).

Diante disso, a vivência escolar fundamentada na transmissão de conteúdos não promove aos estudantes a oportunidade de busca pelo conhecimento, uma vez que eles atuam como mentes vazias que com o tempo vão sendo preenchidas com os conceitos transferidos pelo professor. Em consequência disso, não há espaço para o protagonismo, a criatividade, a transformação ou a invenção de novas ideias. Nessa concepção de ensino, a

---

<sup>4</sup> Nessa seção do trabalho, em respeito à terminologia utilizada por Paulo Freire, professor e estudante serão referidos com educador e educando.

estrutura escolar age como mecanismo de manutenção da estrutura social e não é promovida uma educação libertadora, ao contrário da expectativa de parte da sociedade.

Segundo Paulo Freire (2011), quanto mais os educandos vivenciam a prática bancária escolar, de armazenar e reproduzir o que lhes é transferido pelo educador, menos eles desenvolvem uma postura crítica diante da sociedade e do mundo. Esse estímulo à passividade pode fazer com que os educandos se adaptem à realidade, ao invés de transformá-la. Esse cenário é ideal para aqueles que se beneficiam da estrutura social, aos quais Paulo Freire se refere como *opressores*. Para esses, não há a intenção de transformar a sociedade. Na visão de Freire, os opressores pretendem transformar a mentalidade dos oprimidos para que eles se adaptem à situação e não a modifiquem. Por isso, qualquer ação que pretende potencializar o pensar autêntico dos cidadãos é vetada por mecanismos reacionários e conservadores, a fim de manter a estrutura social.

Conforme explicitado anteriormente, para Freire (2011), a escola tem atuado como um desses mecanismos de manutenção da estrutura social, uma vez que tradicionalmente tem promovido a prática da educação bancária, em que

(a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados; (b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; (c) o educador é o que pensa; os educandos, pensados; (d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; (e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados; (f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos, os que seguem a prescrição; (g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador; (h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele; (i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele; (j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (FREIRE, 2011, p.82-83)

Como já dissemos, Paulo Freire (2011) denominou esse método como educação bancária, uma vez que nela o educador deposita conhecimentos neutros e distantes da realidade dos educandos, enquanto esses somente acumulam os depósitos, sem construir qualquer significado sobre o que foi neles “depositado”. Em oposição a essa prática, Paulo Freire propõe a educação libertadora. Nessa perspectiva, os educandos dividem o papel de

sujeitos do processo de aprendizagem com o educador. Daí surge a ideia de que ninguém educa ninguém, uma vez que a educação libertadora se faz justamente a partir do diálogo do educador com o educando e do educando com o educador.

Segundo Freire (2011), esse diálogo pode ser estabelecido a partir da discussão sobre temas significativos para os estudantes. Nessa abordagem, a comunidade escolar propõe problemas relacionados à realidade concreta dos estudantes, por meio do processo de investigação temática. Destarte, os estudantes investigam sobre um problema significativo para eles, o que pode fazer com que os mesmos se sintam desafiados a propor uma solução não só no campo intelectual, mas também na ação, de forma a intervir na própria realidade.

Nascimento e Linsingen (2006) alertam para o conceito de problematização proferido por Paulo Freire. Na perspectiva freireana, problematizar vai além de utilizar um problema do cotidiano do educando para inserir conceitos científicos presentes no currículo tradicional ou no planejamento do professor. De acordo com os autores, para Freire, a problematização deve ser um processo que possibilite ao educando confrontar situações cotidianas, para que um novo conhecimento seja concebido a partir da desestruturação da visão anterior do estudante. O problema proposto deve, portanto, causar um conflito entre uma ideia que até então era aceita e uma nova ideia construída criticamente a partir do tema de ensino (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006).

Diante disso, cabe ao educador, em parceria com os educandos, investigar o universo temático dos mesmos. O universo temático é constituído pelo conjunto de temas geradores com potencial para oportunizar o engajamento e protagonismo dos estudantes na busca pelo conhecimento. Mas não o conhecimento que se justifique por si só, neutro, sem aplicação e distante da realidade. O conhecimento da educação libertadora pode ser visto com um instrumento de transformação da realidade, ou seja, de proposição ativa de solução para problemas da comunidade ou do mundo do aluno.

Paulo Freire acreditava que esse tipo de prática educativa pode potencializar a formação de cidadãos mais críticos e participativos na sociedade, ao passo que promove nos indivíduos a compreensão de

dimensões significativas da própria realidade. O maior entendimento sobre a realidade pode gerar uma análise crítica da mesma, oportunizando ao aluno a percepção de seu papel na sociedade. Dessa maneira, o conhecimento construído no espaço escolar pode ser utilizado como ferramenta de percepção e de transformação das estruturas opressoras. Esse movimento pode dar fim ao que Freire denomina “cultura do silêncio”, uma vez que os educandos com formação crítica tendem a ser mais participativos nas tomadas de decisões requeridas pela sociedade contemporânea.

Deste ponto pode surgir a interlocução entre movimento CTS e a perspectiva freireana, no contexto do ensino de Ciências. O movimento CTS, conforme apresentado anteriormente, vislumbra a inserção da sociedade nos debates de temas científicos e tecnológicos, de maneira que os cidadãos sejam mais críticos e tenham mais participação nas decisões de cunho tecnocientífico. Em consonância com esses objetivos, Freire propõe a escola como espaço em que pode ser promovida uma educação libertadora, ou seja, uma educação que oportuniza a compreensão sobre as relações entre a sociedade e o mundo, bem como sobre as ferramentas de intervenção nessas relações. A partir disso, é possível inferir que tanto Freire, quanto o movimento CTS apresentam certa semelhança no que se refere à ideia de formação de cidadãos mais críticos a partir da intensificação da compreensão sobre a relação entre esses e o mundo que os cercam.

Entretanto, há de se ressaltar que existem diferenças marcantes entre os temas no ensino CTS e em Freire. Paulo Freire não se debruçou especificamente sobre o ensino de Ciências. Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) se dedicaram a compreender as aproximações e as divergências entre os temas geradores de Freire e os temas CTS. Os autores constataram que há divergências quanto à abrangência desses temas – que são de cunho universal nas práticas CTS e de origem local nas práticas freireanas. A escolha por esses temas também se dá de maneira diferente. Na perspectiva freireana, a comunidade escolar é consultada no processo denominado investigação/redução temática, enquanto nas propostas CTS não há, tradicionalmente, indicativo de participação da comunidade escolar na definição dos temas.

Mesmo considerando essas e outras divergências, Santos (2008; 2011) propõe uma ressignificação do movimento CTS, de forma a considerar os processos de interação entre ciência, tecnologia e sociedade em uma perspectiva humanística e crítica, visando a transformação da sociedade. Para Santos (2011),

ressignificar, então, o movimento CTS é um passo importante no resgate dos seus objetivos primordiais de crítica à visão de neutralidade científica, descompromissada com seu papel social. Para essa ressignificação é necessária a ampliação do foco CTS não apenas para CTSA, mas, sobretudo, para processos participativos de tomada de decisão em ciência e tecnologia na busca do ideal de uma sociedade justa e igualitária (SANTOS, 2011, p 38-39).

Santos (2008) argumenta que o movimento CTS surgiu em países capitalistas centrais a partir da reflexão sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade. Para o autor, é pertinente perceber que um contexto de subdesenvolvimento não tende a originar as mesmas reivindicações e reflexões que um contexto de países desenvolvidos.

Portanto, consideramos possível articular os pressupostos de Paulo Freire aos do movimento CTS, visando práticas de ensino mais significativas e coerentes com o nosso contexto. Linsingen e Cassiani (2010) alertam para a importância de se considerar as contribuições dos estudos latino-americanos sobre CTS para que sejam desenvolvidas abordagens educacionais contextualizadas, socialmente referenciadas e comprometidas em termos curriculares.

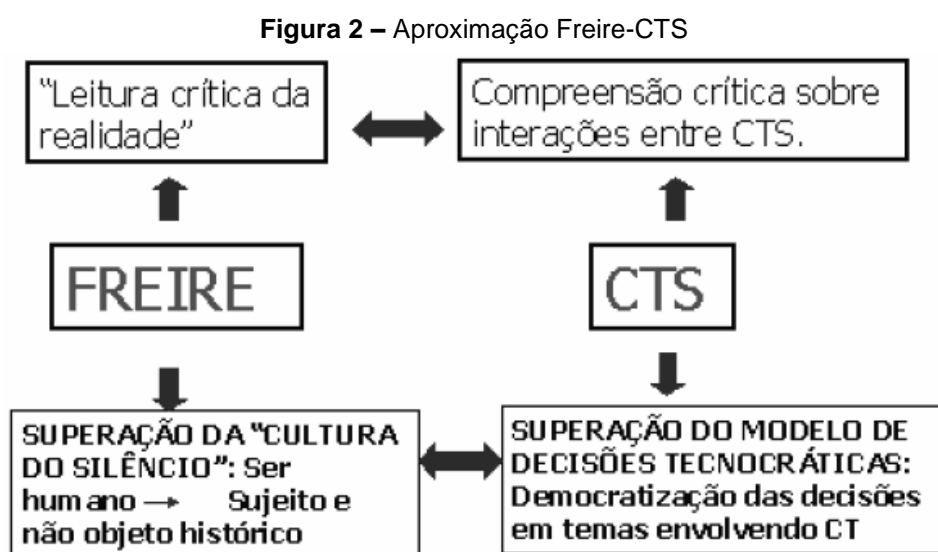
No nosso contexto, o de país subdesenvolvido, as articulações CTS não estão restritas a questões ambientais, de desenvolvimento da energia nuclear ou da engenharia genética. É evidente que esses temas são de nosso interesse, uma vez que eles têm caráter universal. No entanto, o nosso contexto revela articulações entre CTS que não fazem parte da pauta norte americana ou europeia.

Portanto, Santos (2008; 2011) sugere a incorporação dos pressupostos de Freire ao ensino CTS para que as vivências escolares reverberem reflexões coerentes com o contexto de um país subdesenvolvido. Nesse sentido, defende-se a discussão sobre as relações CTS presentes na: produção de alimentos e ocorrência da fome e da miséria; produção científica como uma ferramenta de conservação da desigualdade social; imposição da tecnologia

estrangeira em detrimento das nossas práticas e culturas, entre outras discussões. Ao considerarmos essas e tantas outras reflexões no espaço escolar, pode-se oportunizar a formação de cidadãos críticos à própria realidade.

Sendo assim, o conteúdo educacional teria um papel de transformação, em que os temas geradores do ensino são significativos para os estudantes e os possibilitam repensar e transformar as próprias concepções sobre o mundo. A Figura 2 apresenta um esquema de autoria de Auler e Delizoicov (2006), em que é evidenciada a relação entre as ideias do movimento CTS com a visão de Paulo Freire. Na parte superior do esquema, os autores destacam a ideia de que tanto na perspectiva de Freire, quanto na do movimento CTS, coexiste o pensamento que orienta a formação de cidadãos críticos perante a própria realidade.

Em relação à parte inferior do esquema, é apresentado o entendimento sobre como o posicionamento crítico pode transformar a relação dos indivíduos com a sociedade. Ambos – Freire e o movimento CTS – compartilham a compreensão de que os sujeitos devem participar dos debates na sociedade de maneira ativa. Freire denomina essa participação ativa dos cidadãos de “superação da cultura do silêncio” e, ao encontro de Freire, o movimento CTS defende a democratização das decisões (AULER; DELIZOICOV, 2006).



Fonte: (AULER; DELIZOICOV, 2006, p. 7)

Em outro trabalho, Auler (2007) reforça a ideia de que para uma leitura crítica da realidade é cada vez mais necessário que os alunos articulem os domínios sociais com os científicos e tecnológicos.

Para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, potencializando para ações no sentido de sua transformação, considera fundamental a problematização (categoria freireana) de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica (...). Assim, a superação de uma percepção ingênua e mágica da realidade, uma leitura crítica, requer cada vez mais uma compreensão dos sutis e delicados processos de interação entre CTS (AULER, 2007, p. 178).

Nascimento e Linsingen (2006) defendem que a articulação entre o ensino com enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire se dá, principalmente, em três aspectos: (i) na abordagem temática e no currículo; (ii) na perspectiva interdisciplinar; e (iii) no papel do educador.

Em relação ao primeiro aspecto, tanto nas ideias de Freire, quanto no ensino com enfoque CTS, é proposto que o currículo seja organizado a partir de temas (ainda que esses temas tenham naturezas distintas em Freire e no movimento CTS, conforme apresentado anteriormente). Em consequência disso, tanto na perspectiva CTS quanto na de Freire, pode ocorrer a ruptura com o ensino tradicional, que organiza o currículo em torno de conceitos científicos, mesmo que esses não tenham significados concretos para os estudantes. Entretanto, é importante ressaltar que a mudança da estrutura curricular, por si só, não garante tal ruptura. Há vários outros fatores que transcendem o currículo para que o ensino tradicional seja superado, como a formação inicial e continuada dos professores, a estrutura física da escola, as formas de avaliação, entre outros.

Nascimento e Linsingen (2006) destacam que outro aspecto em comum entre a perspectiva de ensino freireana e o ensino com enfoque CTS é a abordagem interdisciplinar dessas correntes. Para os autores, se considerarmos os pressupostos do movimento CTS e de Freire, os temas geradores de ensino não devem se ater somente a uma área de conhecimento. No ensino CTS, geralmente as sequências didáticas perpassam as disciplinas científicas, tecnológicas e alguns aspectos sociais, enquanto Freire se debruçou em temas interdisciplinares com foco em questões políticas e ambientais.



Ao promover o ensino de Ciências a partir de um tema, esse surge de contextos familiares aos estudantes. Logo, não é exclusivamente científico e, nesse sentido, não se enquadra apenas em uma disciplina escolar (como a Química, a Física ou a Biologia). Contudo, alguns estudos (TEIXEIRA, 2003; ANGOTTI; AUTH, 2001) indicam que os professores geralmente não encontram, durante a formação inicial e continuada, as ferramentas necessárias para aliar o conhecimento técnico com a formação política, no caso dos temas na perspectiva freireana e nem com os contextos sociais, científicos e tecnológicos, nos casos CTS. Nesse sentido, é dificultado o desenvolvimento de práticas pedagógicas interdisciplinares a partir de temas significativos que transcendam as barreiras das disciplinas curriculares.

Por fim, Nascimento e Linsingen (2006) indicam a aproximação no entendimento sobre o papel do professor nas abordagens CTS e de Freire. Para ambas as abordagens, o professor assume um papel de mediador dos eventos que ocorrem nas aulas. Nesse sentido, o educador é destituído do papel de único sujeito ativo no processo de construção do conhecimento. O educador é descentralizado e a aula passa a se concretizar em um espaço mais democrático, em que estudantes e professor educam e são educados. Os autores alertam, entretanto, que isso não exime o professor de sua responsabilidade, nem de sua autoridade em sala de aula. É ele quem deve gerenciar as atividades, no sentido de garantir a participação efetiva dos alunos (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006).

Diante do exposto, mesmo considerando que os pressupostos freireanos foram desenvolvidos no contexto da alfabetização e que há diferenças no processo de definição dos temas, acreditamos ser possível aproximar os pressupostos da pedagogia libertadora de Paulo Freire aos do movimento CTS, tanto no que se refere ao processo de ensino e aprendizagem, quanto aos objetivos de formação. Sobre o processo de ensino e aprendizagem, Freire defende a problematização feita a partir de temas do universo dos educandos, o que se aproxima da proposta CTS: utilizar-se de temas sociais significativos para que os conceitos científicos emergjam e sejam articulados junto aos outros domínios do conhecimento (tecnológico e social).

Ao incorporar os pressupostos de Freire aos do movimento CTS, a promoção do ensino a partir de problemas do contexto do estudante pode

oportunizar o desenvolvimento de currículos de ensino mais humanistas, mais críticos e cada vez mais contextualizados, o que certamente auxiliará na percepção do sentido daquilo que é ensinado. No que tange o ensino de Ciências, ele tende a ser mais relevante e coerente com a sociedade contemporânea, de maneira a oportunizar aos alunos o desenvolvimento do senso crítico necessário para analisar as interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A partir da relação do conhecimento científico com a realidade concreta do estudante, o estabelecimento de novas relações CTS pode ser favorecido, a fim de ressignificar a própria dimensão cidadã por meio da superação da tecnocracia e da cultura do silêncio. Em outras palavras, é possível que os alunos desenvolvam o Letramento Científico (LC) e se tornem mais ativos no exercício da cidadania, de maneira a compreender as questões do mundo contemporâneo e se portar diante delas de maneira crítica e consciente, com potencial para transformá-las.

## 1.2. Letramento Científico: delimitando a nossa compreensão para um termo polissêmico

Conforme apresentado anteriormente, alguns autores têm destacado a abordagem CTS como ferramenta para potencializar o LC dos estudantes. Entretanto, há uma diversidade de entendimentos sobre a definição de LC. A literatura indica que o termo LC foi introduzido na comunidade científica por Hurd (1958). Para esse autor, o LC se refere ao conhecimento sobre ciência que um indivíduo tem, bem como à capacidade de aplicá-lo no exercício da cidadania. Entretanto, desde então, surgiram outros entendimentos sobre a definição de LC e esse termo se tornou passível de várias interpretações.

Antes de aprofundar a discussão sobre a concepção de LC que adotamos neste trabalho, é necessário justificar o uso do termo *Letramento Científico* em vez de *Alfabetização Científica* (AC). Ambos aparecem com frequência na literatura. Santos (2007b) pontua que os termos em português surgiram a partir da tradução do termo em inglês (*scientific literacy*), língua em que os estudos sobre a temática começaram a ser divulgados. O autor pontua que a palavra *literacy* pode ser traduzida para o português como alfabetização ou letramento.

Assim como Santos (2007a; 2007b) optamos por utilizar o termo Letramento Científico por acreditar que ele reflete de maneira mais eficaz a concepção teórica que adotamos. Segundo Santos (2007b),

enquanto a alfabetização pode ser considerada o processo mais simples do domínio da linguagem científica e enquanto o letramento, além desse domínio, exige o da prática social, a educação científica almejada em seu mais amplo grau envolve processos cognitivos e domínios de alto nível (SANTOS, 2007b, p. 479).

Entendemos que mais importante do que a escolha por um dos termos é a definição da nossa concepção sobre LC ou AC, a qual explicitaremos a seguir.

Roberts (2007) defende a tese de que existem duas visões em destaque sobre LC na literatura, que ele denomina de visão I e visão II. A visão I está relacionada com o conhecimento da ciência canônica, seus produtos e processos. Diante disso, o ensino pautado nessa visão de letramento científico visa o desenvolvimento de habilidades científicas e a aprendizagem sólida de conceitos científicos. Por outro lado, a visão II está relacionada com a compreensão de situações cotidianas com as quais nos deparamos no

exercício da cidadania, e que têm relação com a ciência. Em consequência disso, o ensino de Ciências ancorado por essa visão, objetiva o desenvolvimento da formação cidadã, da capacidade de tomada de decisões e de explicar situações cotidianas (ROBERTS, 2007).

O autor ainda argumenta que essa divisão não tem o intuito de instigar a discussão sobre qual das visões é melhor ou mais correta. Para Roberts (2007), as visões sobre LC são objetos de escolha que deve ser feita pelos profissionais da educação científica. Mais do que isso, essas duas visões se relacionam e não são completamente opostas. Para compreender situações cotidianas do ponto de vista científico é obviamente necessário que se tenha o conhecimento sobre alguns conceitos científicos. Logo uma visão complementa a outra, mesmo que sejam bem diferentes.

Levando em consideração o nosso interesse pelo ensino de Ciências a partir de temas CTS, nos encontramos mais alinhados à segunda visão de LC proposta por Roberts (2007). Acreditamos que os referenciais teóricos em que nos apoiamos, apresentados na seção anterior, também estão em consonância com a visão crítica sobre LC, em que se defende que o estudante não só conheça os conceitos e os processos científicos, mas também os articule nas práticas cotidianas e no exercício da cidadania.

Diante do exposto, acompanhamos vários autores que têm defendido a perspectiva crítica de LC. Para Santos (2007b), o LC pode ser compreendido como a capacidade ou a habilidade de um indivíduo em articular conhecimentos científicos para tomar decisões de forma crítica no cotidiano, bem como para participar de discussões da sociedade contemporânea, de maneira a contribuir para a construção de debates nas esferas social, econômica, política, artística, entre outras. Miller (1983) pontua que o LC se constitui quando o indivíduo desenvolve a habilidade de compreender a natureza da ciência, o conteúdo científico e o impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade.

Sasseron (2013) apresenta uma compreensão semelhante à de Miller em relação ao LC. A autora argumenta que o Letramento Científico é alcançado quando o indivíduo é capaz de compreender os conhecimentos da ciência e os adventos tecnológicos que estão à sua volta. Ademais, ela defende que, para um cidadão ser cientificamente letrado, é necessário que ele

saiba tomar decisões sobre questões relacionadas às consequências que a ciência e a tecnologia implicam para a própria vida, para a sociedade e para o meio ambiente.

Carvalho e Sasseron (2008) defendem que o Letramento Científico se constitui em três eixos, chamados por elas de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica. São eles: (i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; (ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Diante das concepções de LC apresentadas anteriormente, é possível perceber que elas apresentam pontos em comum. A fim de evidenciar as congruências de um termo de destacada polissemia na literatura, Kemp (2002) pesquisou sobre as várias concepções para LC expressas por nove especialistas que têm se destacado nessa área. No estudo, Kemp (2002) buscou aproximações e divergências entre as diferentes visões para LC. A partir desse estudo, o autor identificou três dimensões para o LC: (i) conceitual, (ii) procedimental e (iii) afetiva.

A dimensão conceitual está relacionada à apropriação do conhecimento científico. Kemp (2002) aponta que a maioria dos especialistas consultados, destacou o domínio de conceitos científicos como necessário ao desenvolvimento do LC. Kemp (2002) argumenta que ainda que a maioria dos especialistas tivesse destacado a dimensão conceitual do LC, eles nem sempre concordavam sobre a profundidade adequada em que os conceitos científicos devem ser tratados.

Ao se referirem à dimensão procedimental, os especialistas destacaram a importância de se promover a compreensão sobre procedimentos e processos científicos, bem como o desenvolvimento de habilidades e competências para formar cidadãos cientificamente letrados. Como exemplos, os especialistas citam a relevância de compreender os meios de produção do conhecimento, a aplicação da ciência no cotidiano, a utilização da ciência na prática da cidadania e o exercício de divulgação do conhecimento produzido.

Por outro lado, a dimensão afetiva está vinculada à simpatia dos estudantes em relação ao ensino de Ciências e à Ciência. Os especialistas

pontuaram que é desejável que os estudantes se engajem no processo de desenvolvimento do LC, de maneira a oportunizar o surgimento de apreço e interesse pela Ciência.

O Quadro 3 organiza as dimensões de LC propostas por Kemp (2002) e adotadas por nós neste trabalho. A nossa escolha por essa concepção se dá pelo entendimento de que as dimensões propostas por Kemp (2002) abrangem boa parte do que encontramos na literatura sobre LC. Ademais, os parâmetros apontados por Kemp (2002) não se restringem a uma visão técnica sobre LC, uma vez que englobam parâmetros críticos – como o uso da ciência no exercício da cidadania – que estão de acordo com os nossos pressupostos teóricos para o ensino de Ciências.

**Quadro 3 – Dimensões de Letramento Científico**

<b>Dimensão do LC</b>	<b>Definição</b>	<b>Exemplos de Indicadores/Parâmetros de LC</b>
Conceitual	Apropriar-se de conceitos científicos	- Dominar conceitos científicos; - Aplicar conceitos científicos.
Procedimental	Compreender os procedimentos e processos científicos e desenvolver habilidades e competências	- Compreender os meios de produção do conhecimento; - Compreender a aplicação da ciência no cotidiano; - Utilizar o conhecimento científico no exercício da cidadania; - Divulgar conhecimento produzido.
Afetiva	Desenvolver simpatia pela ciência	- Engajar-se no estudo sobre ciência; - Desenvolver apreço e interesse pela ciência.

**Fonte:** Kemp (2002, p.1255)

Considerando a concepção de LC adotada por nós, pretendemos avançar na compreensão sobre as contribuições do ensino de Ciências na perspectiva CTS para que os estudantes se desenvolvam em relação às dimensões de LC.

### 1.3. Objetivos

Diante do exposto, consideramos necessário ampliar o entendimento sobre a potencialidade do ensino temático com enfoque CTS em contribuir para a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes e para a capacidade deles em articular esses conceitos em contextos de relevância social. Reconhecemos que o desenvolvimento do LC também está relacionado a outros aspectos, como o conhecimento sobre a natureza da ciência. Entretanto, neste trabalho damos foco à apropriação e articulação dos conceitos científicos pelos estudantes que vivenciam o ensino de Ciências na perspectiva CTS. Conforme ressaltamos na seção seguinte, não há consenso na literatura sobre a contribuição da abordagem CTS para que os estudantes se apropriem dos conceitos científicos.

Por isso, é objetivo geral do trabalho é analisar as contribuições do ensino de Ciências quando ele é promovido a partir de temas com enfoque nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o desenvolvimento de dois aspectos relacionados ao Letramento Científico: (i) domínio de conceitos científicos básicos e (ii) articulação desses conceitos em contextos de relevância social. A partir da análise desses indicadores, acreditamos que será possível avaliar como o ensino de Ciências promovido a partir de temas CTS pode contribuir para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes.

Para alcançar o objetivo geral, apresentado anteriormente, foi necessário analisar a sequência didática realizada em vários aspectos. Diante disso, para que pudéssemos alcançar os objetivos gerais, nos empenhamos nos objetivos específicos a seguir:

- Análise do engajamento e participação dos estudantes nas atividades propostas;
- Análise dos discursos antes e depois da sequência didática, focando o posicionamento dos estudantes e os argumentos apresentados por eles por meio das falas e escrita;

- Reflexão sobre os aspectos da abordagem CTS que se apresentam como potencializadores e limitantes para o processo de ensino e aprendizagem;
- Identificação de indícios da capacidade dos estudantes de se apropriar de um conceito científico e aplicá-lo em contextos sociais; e
- Reflexão acerca da contribuição de uma sequência didática para o Letramento Científico dos estudantes.



#### **1.4. Visitando a literatura: o que já conhecemos sobre a formação de estudantes que vivenciam o ensino de Ciências na perspectiva CTS**

Considerando o destaque da abordagem CTS no campo de ensino de Ciências, alguns pesquisadores têm se dedicado a estudar sobre as contribuições dessa perspectiva para os estudantes. Nesta seção, pretendemos avançar na compreensão sobre o que já foi divulgado sobre esse assunto e, para isso, buscamos na literatura trabalhos publicados sobre a formação de estudantes que vivenciam o ensino de Ciências a partir de temas com enfoque CTS, com o intuito de conhecer quais as contribuições dessa perspectiva de ensino para o desenvolvimento do LC.

A nossa busca se deu a partir de duas fontes. Inicialmente, fizemos a opção por pesquisar arquivos indexados na base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC). A escolha da base de dados ERIC se deu por ela indexar os principais periódicos internacionais que divulgam pesquisas na área de Educação e, conseqüentemente, de Ensino de Ciências. Nessa busca, os artigos encontrados refletem o que tem sido produzido no mundo, mas não retratam o contexto brasileiro.

A fim de conhecer o que se tem pesquisado sobre ensino CTS atualmente no contexto brasileiro, realizamos também a busca por artigos publicados nos anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC). O ENPEC é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e tem se firmado como um dos principais eventos de pesquisas que tratam do ensino de Ciências no Brasil.

O X ENPEC ocorreu no ano de 2015, em Águas de Lindoia/SP. O evento recebeu 1272 trabalhos divididos em 15 linhas temáticas. Neste trabalho, foram analisados os artigos que fizeram parte da linha temática “Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e CTSA e educação em ciências”.

##### **1.4.1 Sobre a revisão da literatura a partir da base de dados ERIC**

Como os periódicos indexados na base ERIC possuem, em sua maioria, publicações em inglês, foram realizadas pesquisas com as seguintes palavras

chave: “*STS*” (sigla CTS, em inglês) e “*Context-based*” (termo que julgamos mais apropriado para ensino temático, em inglês). A fim de encontrar artigos de pesquisas relacionadas especificamente ao ensino de Ciências, a busca foi realizada conjugando as palavras chave citadas anteriormente com o termo “science education”. Além disso, foram selecionados artigos revisados por pares e publicados entre 2007 e abril de 2016 (data em que a busca foi realizada).

A partir das buscas iniciais, utilizando as palavras chave mencionadas anteriormente, foram encontrados 129 artigos para a busca por STS e 46 trabalhos quando a palavra chave utilizada foi “Context-based”, totalizando 175 artigos. Desses, 78 estão realmente relacionados ao ensino de Ciências na perspectiva temática com enfoque CTS, o que foi possível perceber por meio da leitura do resumo de cada artigo.

Além disso, a leitura dos resumos dos 78 artigos pré-selecionados, nos permitiu conhecer sobre o objeto de estudo de cada uma das pesquisas. Enquadramos os trabalhos em cinco categorias: formação do estudante, formação de professores, análise teórica dos pressupostos CTS, análise de livro didático e avaliação de currículos CTS.

A Tabela 1 apresenta o número de artigos encontrados para cada palavra chave, além do número de artigos para cada categoria de análise apresentada anteriormente (de acordo com o foco do trabalho).

**Tabela 1 –** Categorização dos trabalhos da base ERIC de acordo com o foco de pesquisa

<b>Categoria do Trabalho</b>	<b>STS</b>	<b>Context-based</b>	<b>Total por categoria</b>
<b>Formação do Estudante</b>	22	15	37
<b>Formação de Professores</b>	14	12	26
<b>Análise teórica dos pressupostos CTS</b>	3	2	5
<b>Análise de livro didático</b>	1	1	2
<b>Avaliação de currículos CTS</b>	7	1	8
<b>Número total de trabalhos</b>	47	31	78

Considerando o objetivo principal deste trabalho, foram selecionados os artigos relacionados à formação dos estudantes. Isto resultou na seleção de 37 artigos para a leitura integral. Entretanto, alguns desses artigos estavam presentes tanto na busca por “STS”, quanto na busca por “Context-based”. Sendo assim, retirando a duplicidade, o número de artigos analisados na íntegra foi, de fato, igual a 31.

A leitura integral dos artigos se deu, inicialmente, com o intuito de classificar os trabalhos de acordo com duas novas categorias: trabalhos de natureza empírica (realizados a partir do estudo de intervenções temáticas com enfoque CTS em salas de aula de ciência) ou teórica (desenvolvidos a partir da discussão sobre pressupostos teóricos ou de revisão da literatura). No entanto, ao longo das leituras dos artigos, foi possível identificar, além dessas categorias, trabalhos que apresentam relatos de experiência, mas não indicam resultados de uma investigação. Por isso, os artigos de relato de experiência não foram considerados nas análises seguintes, uma vez que apresentam possibilidades de promover o ensino CTS, mas não apontam como resultados contribuições dessa perspectiva para os estudantes. A Tabela 2 apresenta o número final de artigos por categoria.

**Tabela 2 – Natureza dos trabalhos da base ERIC**

<b>Natureza do Trabalho</b>	<b>Número de artigos</b>
Trabalho Empírico	17
Trabalho Teórico	5
Relato de Experiência	9

Diante disso, a análise seguiu considerando 22 artigos (5 teóricos e 17 empíricos). O Quadro 4 apresenta a relação dos 22 trabalhos analisados criticamente nesta revisão da literatura, assim como a indicação de suas naturezas.

**Quadro 4 – Trabalhos da base ERIC analisados integralmente e suas respectivas naturezas**

<b>Trabalho</b>	<b>Natureza Teórica</b>	<b>Natureza Empírica</b>
Bennett, Lubben e Hogarth (2007)	X	
Yager (2007a)	X	

<b>Trabalho</b>	<b>Natureza Teórica</b>	<b>Natureza Empírica</b>
Gilbert, Bulte e Pilot (2011)	X	
King (2012)	X	
Ültay e Çalik (2012)	X	
Yager (2007b)		X
Yager e Akcay (2007)		X
Umoren (2007)		X
Yager e Akcay (2008)		X
King, Bellocchi e Ritchie (2008)		X
Yager (2009)		X
Akcay (2010)		X
Akcay e Yager (2010)		X
Havu-nuutinen, Karkkainen e Keinonen (2011)		X
King, Winner e Ginns (2011)		X
King e Ritchie (2013)		X
Vázquez-Alonso et al. (2014)		X
Boerwinkel, Swierstra e Waarlo (2014)		X
Ulusoy e Onen (2014)		X
Ummels et al. (2015)		X
Broman, Bernholt e Parchmann (2015)		X
Akcay e Akcay (2015)		X

Os trabalhos teóricos foram analisados quanto aos principais autores utilizados na fundamentação teórica, enquanto os trabalhos empíricos foram analisados quanto à metodologia utilizada e aos resultados encontrados. As referências dos artigos da base ERIC analisados são apresentadas no Anexo A deste trabalho.

### 1.4.1.1 Análise dos artigos teóricos

Uma análise inicial dos artigos teóricos revelou que eles poderiam ser divididos em duas categorias: aqueles que tratam de aspectos teóricos e pressupostos da abordagem CTS e aqueles que apresentam uma revisão do que se tem apresentado na literatura acerca da abordagem temática / CTS. O Quadro 5 apresenta os trabalhos teóricos e suas respectivas classificações em relação ao tipo de trabalho.

**Quadro 5** – Tipos de trabalhos teóricos da base ERIC

Trabalhos Teóricos	Revisão da literatura	Aspectos teóricos da abordagem temática/ CTS
Bennett, Lubben e Hogarth (2007)	X	
Ültay e Çalik (2012)	X	
Yager (2007a)		X
Gilbert, Bulte e Pilot (2011)		X
King (2012)		X

Conforme ressaltado anteriormente, foi feito um levantamento dos principais referenciais utilizados nos artigos de natureza teórica. Essa análise se deu com o intuito de reconhecer os principais autores, ou referências chave, no que se refere ao ensino de Ciências na perspectiva temática/CTS, mais especificamente, da contribuição dessa perspectiva para os estudantes.

A Tabela 3 apresenta os autores mais citados nos trabalhos teóricos e o número de vezes que eles foram citados em cada trabalho. Foram consideradas apenas citações no corpo do texto, ou seja, citações em tabelas, quadros e figuras não foram consideradas.

**Tabela 3** – Relação dos autores mais citados nos trabalhos teóricos da base ERIC e o respectivo número de citações

Trabalhos Teóricos	Principais autores e número de citações				
	John Gilbert	Donna King	Judith Bennett	Glenn Aikenhead	Robert Yager
Bennett, Lubben e Hogarth (2007)	0	0	2	2	20

Trabalhos Teóricos	Principais autores e número de citações				
	John Gilbert	Donna King	Judith Bennett	Glenn Aikenhead	Robert Yager
Ültay e Çalik (2012)	9	17	12	0	1
Yager (2007a)	0	0	0	0	1
Gilbert, Bulte e Pilot (2011)	7	0	0	0	0
King (2012)	6	19	7	7	1

Essa análise teve o intuito de conhecer algumas das referências chave no campo de pesquisa de ensino de Ciências temático/CTS. É importante ressaltar que, neste caso, o número de citações não necessariamente reflete o peso do autor para o campo de pesquisa. Para nós, o fato de esses autores serem citados como referência para fundamentar vários trabalhos analisados é um indício de que são referências chave, mesmo que o número de citações por trabalho nem sempre tenha sido elevado.

Essa análise foi fundamental para identificarmos os principais pesquisadores dessa área e para que optássemos por Glenn Aikenhead como um dos referenciais teóricos deste trabalho, mesmo que ele não seja o autor mais citado. Para além do número de citações, essa escolha se deu pela afinidade entre os pressupostos de Aikenhead e os nossos, principalmente no que se refere à maneira de promover o ensino de Ciências na perspectiva CTS, conforme explicitado na seção 1.2 desta dissertação.

#### 1.4.1.2. Sobre os artigos empíricos

A partir da análise dos 17 artigos empíricos, foi possível perceber que eles se enquadram em dois grupos: aqueles que relatam resultados de estudos comparativos entre o desenvolvimento dos estudantes na abordagem tradicional e na abordagem temática/CTS; e aqueles que apresentam resultados de um estudo de caso em que os estudantes vivenciam o ensino de Ciências na perspectiva CTS. O Quadro 6 apresenta a relação dos trabalhos empíricos, bem como a classificação dos mesmos em estudo comparativo ou estudo de caso.

**Quadro 6 – Classificação dos trabalhos empíricos da base ERIC quanto à metodologia**

<b>Trabalhos Empíricos</b>	<b>Estudo de caso</b>	<b>Estudo comparativo</b>
Havu-nuutinen, Karkkainen e Keinonen (2011)	X	
King, Winner e Ginns (2011)	X	
King e Ritchie (2013)	X	
Vázquez–Alonso et al. (2014)	X	
Boerwinkel, Swierstra e Waarlo (2014)	X	
Ulusoy e Onen (2014)	X	
Ummels et al. (2015)	X	
Yager (2007b)		X
Yager e Akcay (2007)		X
Umoren (2007)		X
Yager e Akcay (2008)		X
King, Bellocchi e Ritchie (2008)		X
Yager (2009)		X
Akcay (2010)		X
Akcay e Yager (2010)		X
Broman, Bernholt e Parchmann (2015)		X
Akcay e Akcay (2015)		X

Os trabalhos empíricos desenvolvidos tinham como objetivo principal comparar a abordagem tradicional com o ensino de Ciências a partir de temas CTS. Ao realizar a comparação entre essas abordagens, os pesquisadores apontam as contribuições que a abordagem temática/CTS pode promover aos estudantes, tornando o ensino temático mais eficaz do que o ensino tradicional. Por outro lado, os estudos de caso tinham o intuito de, a partir do desenvolvimento de uma sequência de ensino temático/CTS, analisar as contribuições dessa para os estudantes.

Para isso, foram utilizados diversos instrumentos metodológicos de produção de dados, tais como questionários, avaliações escritas e entrevistas e de análise de dados, por exemplo a análise de discurso e/ou de conteúdo e a

comparação quantitativa entre pré-testes e pós-testes. O Quadro 7 apresenta os instrumentos de produção e análise de dados utilizados em cada trabalho empírico analisado.

A partir da análise do Quadro 7, é possível perceber que a maioria dos estudos comparativos utilizam pré- e pós-testes para a obtenção de dados, que são analisados quantitativamente. A vantagem desse tipo de abordagem metodológica está na possibilidade de realizar estudos mais abrangentes, com grande número de alunos. A maioria dos estudos comparativos analisados neste trabalho foi desenvolvida pelo grupo de pesquisa do professor Robert Yager. Alguns desses estudos apresentam amostras superiores a 400 alunos.

Entretanto, o tratamento quantitativo dos dados obtidos por meio de pré- e pós-testes deixa a desejar no que se refere ao debate sobre como a abordagem temática/CTS contribui para o desenvolvimento dos alunos que vivenciam o ensino de Ciências nessa perspectiva. Os resultados dos testes deixam claro que a abordagem contribui, por exemplo, para o desenvolvimento da habilidade de aplicar conceitos científicos em diferentes contextos. Mas não há a discussão sobre como se dá esse desenvolvimento, nem sobre quais etapas do ensino CTS favorecem esse desenvolvimento.

De maneira diferente, o estudo comparativo conduzido por King, Bellocchi e Ritchie (2008) traz uma reflexão inicial sobre uma aluna repetente que vivenciou dois currículos diferentes. Na primeira vez em que cursou o último ano da educação básica (correspondente ao terceiro ano do ensino médio, no Brasil), a organização curricular era fundamentada em conceitos e na segunda vez, quando repetiu o ano, houve uma mudança de currículo no curso de Química, que passou a ser orientado por temas.

A fim de analisar as contribuições da abordagem tradicional (currículo conceitual) e da abordagem CTS (currículo temático) para essa aluna, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com a mesma, objetivando identificar a percepção dela sobre essas duas perspectivas de ensino, bem como os efeitos que elas causaram na aluna. Apesar de a amostra analisada nesse estudo ter sido de apenas uma aluna, os autores, por meio da análise de conteúdo das entrevistas, conseguem apontar indícios e sustentar a hipótese de que o ensino a partir de temas potencializou o estabelecimento de relações entre os conceitos científicos e o cotidiano daquela estudante.



**Quadro 7** – Instrumentos de produção e análise de dados utilizados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca na base de dados ERIC

Trabalhos Empíricos	Produção de dados					Análise de dados		
	Pré e pós teste	Entrevista	Questionário Objetivo	Instrumento Escrito	Observação	Análise de Discurso	Análise de Conteúdo	Análise Quantitativa
Havu-nuutinen et al. (2011)				X	X	X	X	
King, Winner e Ginns (2011)		X		X	X	X	X	
King e Ritchie (2013)					X	X		
Vázquez-Alonso et al. (2014)			X					X
Boerwinkel et al. (2014)					X	X		
Ulusoy e Onen (2014)	X							X
Ummels et al. (2015)				X	X	X	X	
Yager (2007b)	X							X
Yager e Akcay (2007)	X							X
Umoren (2007)	X							X
Yager e Akcay (2008)	X							X
King, Bellocchi e Ritchie (2008)		X				X		
Yager (2009)	X	X				X		X
Akcay (2010)	X							X
Akcay e Yager (2010)	X							X
Broman et al. (2015)	X							X
Akcay e Akcay (2015)	X							X

Além de identificar aspectos metodológicos dos trabalhos analisados, foi possível perceber alguns resultados em comum entre os estudos que os originaram. No Quadro 8 estão apresentados resultados encontrados nos trabalhos empíricos. Trata-se de contribuições que a abordagem temática/CTS pode trazer aos estudantes que vivenciam essa perspectiva de ensino, de acordo com esses trabalhos.

A revisão do que a literatura tem apresentado sobre as contribuições do ensino de Ciências a partir de temas ou com a abordagem CTS apresenta fortes indícios do que essa perspectiva potencializa. São eles: o engajamento dos estudantes; a visão positiva e simpática sobre ciências; o desenvolvimento de diferentes habilidades, como a de resolver problemas; a aplicação dos conceitos científicos em novos contextos; o conhecimento de aspectos da natureza e história da ciência; e a construção conjunta do conhecimento.

Ainda sobre a análise do Quadro 8, é possível perceber que muitos trabalhos têm indicado que a abordagem temática/CTS de ensino de Ciências pode contribuir para que os estudantes desenvolvam o domínio de conceitos científicos. Entretanto, alguns trabalhos, assinalados com um asterisco ( $\chi^*$ ), apontam que a abordagem CTS pode contribuir para o domínio de conceitos científicos, mas o faz com a mesma eficiência do ensino tradicional. Neste sentido, para esses trabalhos, não parece ser uma potencialidade dessa abordagem o desenvolvimento do domínio de conceitos científicos.

Conforme foi relatado, a base ERIC indexa os principais periódicos internacionais que divulgam artigos referentes à Educação. Em consequência disso, alertamos que os resultados apresentados até aqui são reflexo do que se tem pesquisado sobre ensino de Ciências a partir de temas CTS ao redor do mundo, mas, principalmente, nas grandes potências (países europeus, Estados Unidos da América, Canadá e Austrália). Nesse sentido, nos despertou o interesse em aprofundar o nosso conhecimento sobre o que os pesquisadores brasileiros têm a dizer sobre o ensino CTS.

**Quadro 8 – Resultados apresentados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca na base de dados ERIC**

Trabalhos Empíricos	O ensino de Ciências na perspectiva temática/CTS contribui para que os alunos desenvolvam:						
	Engajamento no estudo sobre ciências	Visão positiva sobre a Ciência	Habilidade em resolver situações problema	Habilidade em aplicar conceitos científicos em diferentes contextos	Habilidades relacionadas à natureza da ciência	Habilidades relacionadas à história da ciência	Domínio de conceitos científicos
Havu-nuutinen et al. (2011)	X	X	X	X			X
King, Winner e Ginns (2011)	X	X	X	X			X
King e Ritchie (2013)				X			X
Vázquez-Alonso et al. (2014)					X	X	
Boerwinkel et al. (2014)	X	X					
Ulusoy e Onen (2014)	X	X					X
Ummels et al. (2015)							X
Yager (2007b)	X	X	X	X			X*
Yager e Akcay (2007)	X	X	X	X			X*
Umoren (2007)			X	X	X	X	X
Yager e Akcay (2008)	X	X	X	X	X		X*
King, Bellocchi e Ritchie (2008)	X	X		X			X
Yager (2009)	X	X	X	X			X*
Akcay (2010)	X	X					
Akcay e Yager (2010)	X	X	X	X	X		X*
Broman et al. (2015)			X	X			X
Akcay e Akcay (2015)	X	X			X		

#### 1.4.2. O ensino CTS no contexto brasileiro: análise dos artigos do X ENPEC

O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). Com intuito de conhecer os resultados de pesquisas brasileiras recentes sobre o ensino de Ciências a partir de temas CTS, consultamos os anais do último<sup>5</sup> ENPEC, realizado em 2015. Analisamos os 60 artigos que fazem parte da nona linha temática do X ENPEC: “*Alfabetização Científica e Tecnológica, abordagem CTS e CTSA e Educação em Ciências*”. Inicialmente, realizamos a leitura dos resumos desses artigos e constatamos que seis deles tratam de aspectos relacionados à promoção da alfabetização científica em contextos diferentes do ensino CTS (por exemplo, investigações sobre a alfabetização científica de alunos que vivenciam o ensino de Ciências baseado na resolução de problemas). Em consequência disso, foram selecionados os 54 trabalhos em que a abordagem CTS é alvo de análise.

Analisamos as palavras chave de todos esses trabalhos com o intuito de ter uma visão geral sobre os tópicos que tem sido objeto de estudos na temática CTS. Para realizar essa análise, fizemos o levantamento das palavras chave e em seguida as utilizamos para construir uma nuvem de palavras.

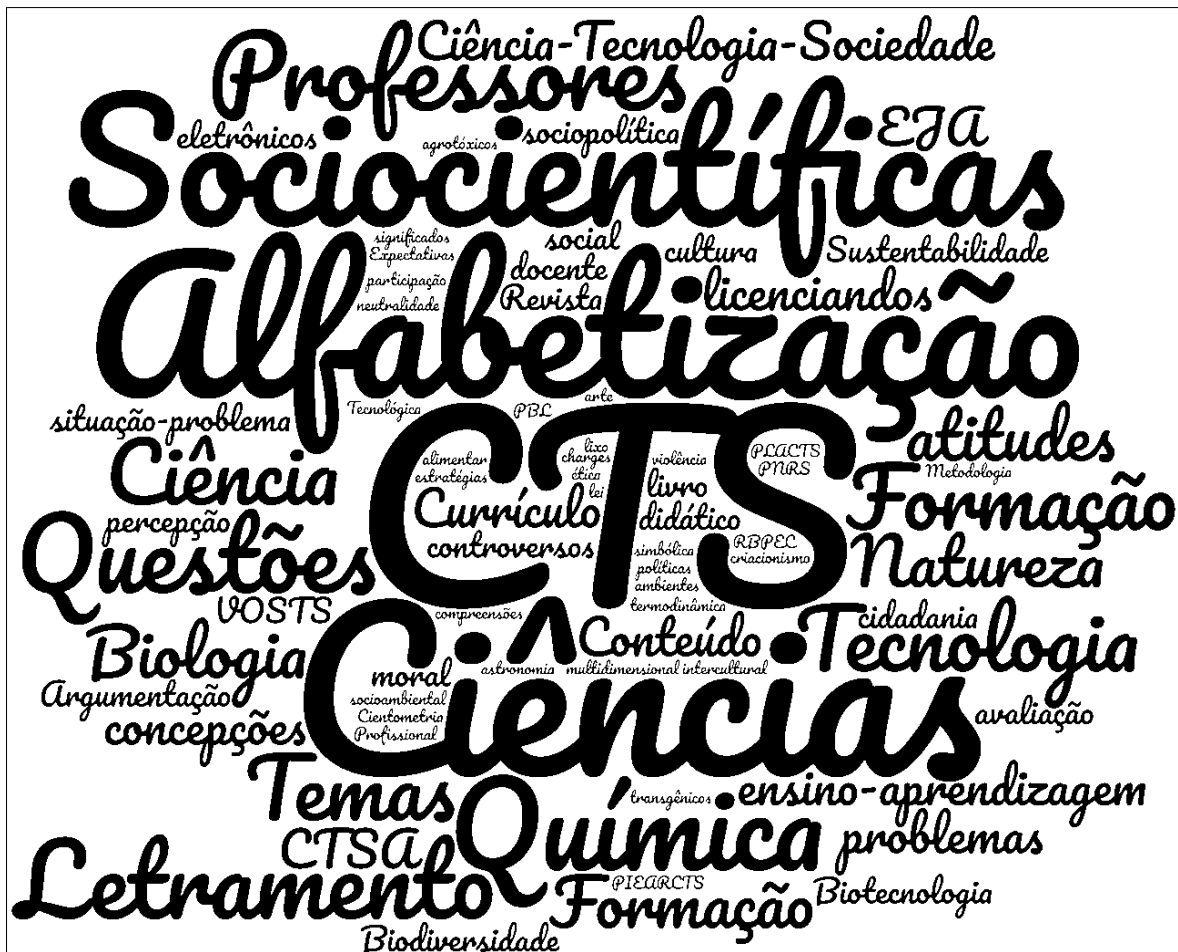
Nuvens de palavras são imagens que descrevem termos mais frequentes de um determinado texto, o que é representado por variações no tamanho da palavra. Quanto maior a palavra, mais frequente ela é no acervo analisado. Nesse caso, a nuvem de palavras serviu para identificar as palavras chave que mais aparecem entre os trabalhos do ENPEC analisados. A Figura 3 apresenta a nuvem de palavras criada a partir de um *site*<sup>6</sup> de acesso e uso gratuito.

---

<sup>5</sup> Ressaltamos que essa etapa da pesquisa foi desenvolvida no início do ano de 2016.

<sup>6</sup> A nuvem de palavras foi criada a partir do site [www.wordclouds.com](http://www.wordclouds.com), acessado em junho de 2016.

Figura 3 – Nuvem de palavras criada a partir das palavras chave dos artigos com temática CTS do X ENPEC (2015)



A interpretação da Figura 3 permite o estabelecimento de várias hipóteses sobre o campo de pesquisa em ensino de Ciências CTS no Brasil. A partir da nuvem de palavras, percebemos que as pesquisas relacionadas à abordagem CTS estão intimamente ligadas aos estudos sobre Alfabetização Científica e Letramento Científico. Outro aspecto que foi bastante abordado nas pesquisas são as questões sociocientíficas. Alguns temas como biotecnologia, agrotóxicos e sustentabilidade se destacaram.

As palavras “professores” e “licenciandos” tiveram razoável destaque, o que demonstra que as formações inicial e continuada em ensino CTS têm sido alvo de pesquisas, mas ainda requerem maior atenção dos pesquisadores. Percebemos que as palavras ciência e tecnologia têm maior frequência do que a palavra sociedade, que sequer aparece em destaque na nuvem de palavras.

Talvez, isso ocorra devido à maior relevância dada pelos pesquisadores da área aos aspectos da ciência e tecnologia em relação à sociedade.

No que se refere à sigla utilizada, percebemos que a maioria dos pesquisadores, assim como nós, têm adotado a sigla CTS e a minoria, CTSA. Consideramos que isso ocorre porque nem todos os pesquisadores enfocam a perspectiva da educação ambiental em seus trabalhos. Em relação às disciplinas de ciências naturais (Biologia, Física e Química), percebemos que a Química esteve mais presente dentre os trabalhos do ENPEC, seguida pela Biologia. Poucos trabalhos apresentaram como palavra chave “Física” e por isso ela não recebeu algum destaque na nuvem de palavras.

Muitas relações podem ser estabelecidas a partir da nuvem de palavras. No entanto, com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o campo de pesquisa em ensino de Ciências CTS no Brasil, fizemos a leitura de todos os resumos. Assim como nos artigos encontrados a partir da busca feita na base de dados ERIC, foi possível categorizar os artigos do ENPEC em cinco categorias, de acordo com o foco do trabalho: formação do estudante, formação de professores, análise teórica dos pressupostos CTS, análise de livro didático e avaliação de currículos CTS. A Tabela 4 apresenta o número de artigos do X ENPEC sobre CTS enquadrados em cada uma dessas categorias.

**Tabela 4** – Categorização dos trabalhos do X ENPEC de acordo com o foco de pesquisa

<b>Categoria do Trabalho</b>	<b>Total por categoria</b>
Formação do Estudante	22
Formação de Professores	9
Análise teórica dos pressupostos CTS	19
Análise de livro didático	3
Avaliação de currículos CTS	1
Número total de trabalhos	54

Quando comparamos o foco dos trabalhos encontrados na base ERIC com os artigos do ENPEC, percebemos algumas semelhanças e diferenças. A Tabela 5 apresenta a porcentagem de trabalhos em cada categoria, considerando o total de artigos encontrados na base ERIC e nos anais do X ENPEC.

**Tabela 5** – Comparação entre o foco dos trabalhos do ENPEC e o foco dos trabalhos encontrados na base ERIC

<b>Categoria do Trabalho</b>	<b>Porcentagem por categoria para os trabalhos encontrados na base ERIC (%)</b>	<b>Porcentagem por categoria para os trabalhos encontrados nos anais do X ENPEC (%)</b>
Formação do Estudante	47,4	40,7
Formação de Professores	33,3	16,7
Análise teórica dos pressupostos CTS	6,4	35,2
Análise de livro didático	2,6	5,6
Avaliação de currículos CTS	10,3	1,9

Podemos dizer que os dados da Tabela 5 oportunizam uma comparação entre o foco das pesquisas internacionais e brasileiras, no que se refere ao ensino de Ciências a partir de temas CTS. Podemos perceber que a porcentagem de pesquisas cujo foco é a *Formação do Estudante* que vivencia o ensino CTS é elevada, tanto em um contexto brasileiro, quanto em um contexto internacional. A partir desse dado, podemos afirmar que as pesquisas no Brasil acompanham a tendência mundial, no intuito de promover o ensino de Ciências mais significativo para os estudantes, preparando-os para articular os conhecimentos científicos no exercício da cidadania, que é um dos objetivos do ensino de Ciências por temas com enfoque CTS.

No que se refere aos trabalhos com foco em *Análise teórica sobre os pressupostos CTS*, o contexto brasileiro se mostrou bem diferente do internacional. No X ENPEC, 35,2% dos trabalhos se dedicaram a essa temática, *versus* apenas 6,4% dos artigos encontrados na base ERIC. Esses dados podem revelar que no contexto internacional os aspectos teóricos da abordagem CTS já se constituíram na academia e não são mais alvo de muitos trabalhos acadêmicos, enquanto no Brasil ainda existem alguns grupos de pesquisa se consolidando na temática CTS e, por isso, ainda buscam compreender e problematizar os marcos teóricos dessa abordagem.

Essa hipótese é reforçada ao compararmos as porcentagens relativas às categorias *Avaliação de Currículo CTS* e *Formação de Professores*. Para as duas categorias, a porcentagem de trabalhos no contexto internacional é consideravelmente superior à porcentagem de trabalhos no contexto brasileiro. Condicionamos esses resultados ao fato de que a experiência em ensino CTS

está mais avançada nos países desenvolvidos. Em consequência disso, nessas potências – países europeus, Estados Unidos da América, Canadá e Austrália – já há uma maior atenção para a criação de currículos com abordagem CTS (MORTIMER; SANTOS, 2002), enquanto no Brasil essa abordagem ainda não assume uma posição de destaque nos currículos de Ciências. Considerando a posição de maior destaque da abordagem temática enfoque CTS nos currículos dos países desenvolvidos, é natural que se pesquise mais sobre a formação dos professores, que são quem realmente vai colocar em prática o que os currículos propõem.

Ao considerar os objetivos deste trabalho, nos detemos a um olhar mais detalhado para os artigos dos anais do X ENPEC que estão relacionados à formação dos estudantes. Para isso, foram feitas leituras integrais dos 22 artigos que compõem essa categoria, conforme apresenta a Tabela 4. A leitura integral desses artigos nos permitiu perceber que 10 deles apresentam pesquisas sobre concepções prévias dos estudantes acerca de temáticas CTS ou sobre a natureza da ciência e da tecnologia. Como este trabalho se dedica a estudar sobre as contribuições de intervenções temáticas com enfoque CTS para a formação dos estudantes, não julgamos necessário considerar os resultados das pesquisas sobre concepções prévias nessa revisão da literatura. Nesse sentido, apresentamos a seguir os resultados encontrados a partir dos 12 trabalhos restantes. As referências dos artigos do X ENPEC analisados são apresentadas no Anexo B deste trabalho.

A análise desses artigos revelou que todos produziram seus resultados a partir de uma intervenção com enfoque CTS em uma sala de aula, seja na Educação para Jovens e Adultos, ou ensino básico regular. Ou seja, todos os trabalhos analisados têm natureza empírica. Organizamos, no Quadro 9, os instrumentos de produção e análise de dados utilizados pelos pesquisadores dos 12 trabalhos analisados.

Ao contrário do que acontece em um contexto internacional, somente um dos artigos analisados apresenta perspectiva quantitativa. Acreditamos que isso ocorra devido à impossibilidade de realizar pesquisas em larga escala sobre ensino CTS no Brasil, uma vez que essa perspectiva não ocupa uma posição de destaque nos currículos e nas práticas pedagógicas brasileiras, de uma maneira geral.



**Quadro 9** – Instrumentos de produção e análise de dados utilizados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca nos anais do X ENPEC

Trabalhos do X ENPEC analisados	Produção de dados					Análise de dados		
	Gravação em áudio e/ou vídeo	Entrevista	Questionário Objetivo	Instrumento Escrito	Observação	Análise de Discurso	Análise de Conteúdo	Análise Quantitativa
Rodrigues, Quadros e Botelho (2015)	X				X	X		
Nunes, Lindemann e Galiuzzi (2015)				X	X		X	
Magalhães e Castro (2015)		X	X	X			X	
Carvalho, Moreira e Júnior (2015)			X					X
Miranda et al (2015)				X			X	
Vale, Souza e Firme (2015)				X			X	
Dorvillé e Teixeira (2015)	X					X		
Melo, Sousa e Contente (2015)					X		X	
Oliveira, Silva e Mattos (2015)				X			X	
Cardoso et al (2015)				X			X	
Costa et al (2015)				X			X	
Sgarbi et al (2015)				X			X	

Nesse sentido, as pesquisas sobre o ensino de Ciências com enfoque CTS no Brasil ocorrem, quase sempre, em intervenções específicas, com um pequeno grupo amostral. Nesses casos, se faz mais coerente e aplicável a perspectiva qualitativa. Por isso, a maioria dos 12 trabalhos do X ENPEC que selecionamos utiliza como estratégia de produção de dados a gravação em áudio e vídeo das aulas ou instrumentos avaliativos escritos, enquanto a minoria utilizou questionários objetivos e analisou os dados de maneira quantitativa.

Por meio da leitura integral dos artigos foi possível identificar alguns resultados comuns entre eles, apresentados no Quadro 10. Esses resultados indicam que o ensino de Ciências com enfoque em temas CTS apresenta indícios de que contribui para que os estudantes desenvolvam: engajamento no estudo sobre ciências; formação cidadã; habilidades atitudinais (como o levantamento de hipóteses, a formulação de questões, o trabalho em grupo); o pensamento crítico; habilidades relacionadas à natureza da ciência; e o domínio de conceitos científicos.

Entretanto, os trabalhos de Vale, Souza e Firme (2015) e Oliveira, Silva e Mattos (2015) – assinalados com um asterisco (\*) no Quadro 10 – indicam que, na situação investigada por eles, o ensino de Ciências CTS não oportunizou a aprendizagem de conceitos científicos de maneira satisfatória.

Vale, Souza e Firme (2015) relatam que, durante o desenvolvimento de uma atividade pertencente a uma sequência didática com a temática combustíveis fósseis e alternativos, os estudantes articularam de maneira ingênua os conceitos científicos que já haviam sido discutidos durante as aulas. As autoras ainda alertam que as dimensões tecnológicas, econômicas, políticas e científicas foram menos abordadas pelos alunos, enquanto a dimensão ambiental, os valores e as atitudes foram bastante ressaltadas pelos estudantes. Assim como Vale, Souza e Firme (2015), Oliveira, Silva e Mattos (2015) pontuaram que, na situação investigada por eles, os estudantes apresentaram dificuldade em utilizar a linguagem científica ao explicar charges que tratavam de assuntos já discutidos em sala de aula. Os autores ressaltam que houve dificuldade de interpretação das charges e que a maioria dos alunos fez uso da linguagem cotidiana para explicá-las.

**Quadro 10** – Resultados apresentados nos trabalhos empíricos sobre formação de estudantes na perspectiva CTS encontrados na busca nos anais do X ENPEC

Trabalhos Empíricos	Resultados: O ensino de Ciências na perspectiva temática/CTS contribui para que os alunos desenvolvam:					
	Engajamento no estudo sobre ciências	Formação cidadã	Habilidades atitudinais	Pensamento crítico	Habilidades relacionadas à natureza da ciência	Domínio de conceitos científicos
Rodrigues, Quadros e Botelho (2015)	X					X
Nunes, Lindemann e Galiuzzi (2015)		X	X	X		
Magalhães e Castro (2015)		X				X
Carvalho, Moreira e Júnior (2015)	X					X
Miranda et al (2015)	X					
Vale, Souza e Firme (2015) *		X	X	X		
Dorvillé e Teixeira (2015)						X
Melo, Sousa e Contente (2015)		X				
Oliveira, Silva e Mattos (2015) *	X					
Cardoso et al (2015)					X	X
Costa et al (2015)		X		X		
Sgarbi et al (2015)		X				

### 1.4.3. Considerações sobre a revisão da literatura acerca do ensino CTS e sua relação com o Letramento Científico

Diante do contexto apresentado, não nos parece ser consensual, tanto na literatura internacional, quanto na literatura brasileira, que o ensino temático com enfoque CTS pode promover a aprendizagem de conceitos científicos de maneira mais satisfatória do que o ensino tradicional. Entretanto, sabemos que o objetivo da educação científica escolar vai além do domínio isolado de conceitos científicos. Portanto, os elementos apresentados na literatura já encaminham a perspectiva CTS para uma posição mais central no currículo de Ciências, uma vez que essa abordagem apresenta fortes evidências de promover várias contribuições aos estudantes, conforme relatado.

Nesse sentido, ao considerarmos a concepção de LC adotada neste trabalho e com base nos resultados encontrados nessa revisão da literatura, podemos concluir que o ensino CTS contribui para que os estudantes se tornem cidadãos cientificamente letrados. O Quadro 11 reapresenta as dimensões de LC e enquadra os principais resultados encontrados nessa revisão em uma dessas dimensões.

Os dados apresentados no Quadro 11 destacam a contribuição do ensino de Ciências a partir de temas CTS para o LC dos estudantes que vivenciam essa perspectiva de ensino, dividindo-os em três dimensões. No entanto, nem todos os itens apresentados no Quadro 11 são consensuais na literatura consultada. O item “domínio de conceitos científicos”, assinalado com um asterisco no Quadro 11, foi alvo de diferentes interpretações nos artigos analisados.

**Quadro 11** – Contribuições do ensino CTS para o LC segundo a literatura consultada

<b>Dimensão do LC</b>	<b>Contribuições do ensino CTS segundo a literatura consultada</b>
Conceitual	- Domínio de conceitos científicos*; - Habilidade em aplicar conceitos científicos;
Procedimental	- Habilidades relacionadas à natureza da ciência; - Pensamento crítico; - Habilidades atitudinais; - Formação cidadã; - Habilidades relacionadas à história da ciência; - Habilidade em resolver situações problema;
Afetiva	- Engajamento no estudo sobre ciências; - Visão positiva sobre a Ciência

Enquanto alguns autores obtiveram resultados que indicam que a abordagem CTS potencializa a aprendizagem de conceitos científicos, outros autores consideram que essa abordagem não favoreceu a apropriação de conceitos científicos na situação estudada por eles. De acordo com a concepção de LC apresentada neste trabalho, é importante que os estudantes construam a compreensão sobre alguns conceitos científicos, visando potencializar o entendimento de fenômenos do cotidiano e de relevância para a sociedade. Neste contexto, reiteramos nossos objetivos ao desenvolver essa investigação, a fim de contribuir para o desenvolvimento do conhecimento sobre as contribuições do ensino de Ciências na perspectiva CTS para os estudantes.

## **CAPÍTULO 2. O PERCURSO METODOLÓGICO**

O interesse em realizar um estudo sobre o ensino CTS como perspectiva de ensino de Ciências e seus desdobramentos para a formação cidadã dos estudantes nos guiou para a escolha de conduzir esta pesquisa qualitativamente. Bogdan e Biklen (1994) ressaltam algumas características da pesquisa qualitativa que estão intimamente relacionadas com a metodologia que adotamos nessa pesquisa. Para os autores, a pesquisa qualitativa tem como principal instrumento o pesquisador, que se preocupa em conhecer o objeto da pesquisa e em descrevê-lo exaustivamente, uma vez que qualquer detalhe tem potencial para elucidar compreensões acerca do objeto de estudo. Neste sentido, o pesquisador também se interessa pelos processos e não só pelas respostas finais ou produtos. Dessa forma, ocorre a valorização dos posicionamentos e comportamentos dos pesquisados, a fim de potencializar a compreensão do objeto de pesquisa a partir de abstrações oriundas da análise dos dados produzidos.

Entendemos que nossa pesquisa está relacionada aos pressupostos da pesquisa qualitativa descritos por Bogdan e Biklen (1994), uma vez que nossa preocupação é compreender as contribuições do ensino de Ciências promovido a partir da abordagem CTS para o desenvolvimento do LC dos estudantes, mais especificamente, para potencializar o domínio de conhecimentos científicos e articulação desses em temáticas sociais. Não ousamos, e não abarca nosso objetivo de pesquisa, tentar quantificar o conhecimento aprendido pelos estudantes, mesmo porque a aprendizagem não é mensurável. Nossa crença é de que a partir da análise qualitativa do processo de ensino e aprendizagem, apoiados em alguns instrumentos metodológicos e fundamentos teóricos, é possível produzir dados que evidenciem aspectos relevantes sobre o ensino de Ciências a partir de temas com enfoque CTS.

Para responder as questões propostas nesta pesquisa, se fez necessária a realização de uma intervenção em um contexto escolar, para que nós, os pesquisadores, contando com a colaboração dos estudantes, pudéssemos analisar as contribuições do ensino de Ciências CTS para o LC dos mesmos. Portanto, o desenvolvimento dessa pesquisa se desdobrou em resultados que vão além de

respostas para as questões propostas, uma vez que ocorreram atividades que promoveram a formação continuada do professor, bem como o desenvolvimento dos estudantes em direção ao letramento científico.

Neste sentido, o percurso deste trabalho consistiu em: (i) viabilizar um contexto de pesquisa adequado aos nossos objetivos; (ii) desenvolver uma sequência didática fundamentada nos pressupostos do ensino CTS; (iii) produzir e analisar os dados sobre as contribuições dessa sequência didática para os estudantes.

## 2.1. O contexto da pesquisa e os sujeitos investigados

Esta pesquisa foi desenvolvida em duas turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola da rede privada de Belo Horizonte. Essa escola mantinha, até 2016, algumas turmas de EJA com intuito de promover ação social e surgiu como uma opção de contexto de pesquisa por ser o local de trabalho do mestrando responsável por esta investigação quando ela foi realizada. Ou seja, as duas turmas de alunos em que a investigação se deu tinham como professor regente de Química o próprio pesquisador. Nesse sentido, um dos personagens da pesquisa é o professor-pesquisador, responsável por promover o desenvolvimento da sequência didática com enfoque CTS, produzir e analisar os resultados dessa intervenção.

Além da facilidade de acesso à escola, uma vez que o pesquisador já era o professor regente das turmas, outro fator que foi determinante para que fizéssemos a escolha por tal contexto de pesquisa foi a coerência do mesmo com os objetivos de nossa pesquisa. Tradicionalmente, os estudantes de EJA apresentam dificuldade em se apropriar de conceitos científicos quando o ensino é promovido nos moldes tradicionais, justamente pelo distanciamento entre o mundo da vida, tão significativo para esses estudantes, e o mundo da escola. Destarte, acreditamos que o contexto EJA é adequado para o estudo sobre tendências inovadoras de ensino de Ciências que aproximam esses mundos. Ademais, a EJA oferece menor rigidez curricular, o que oportunizou o desenvolvimento da sequência didática com enfoque CTS ao longo da terceira (e última) etapa do ano letivo de 2016.

Foram investigadas duas turmas – A e B – com 39 e 40 estudantes, respectivamente. Dessa forma, participaram da pesquisa 79 estudantes. O perfil dos estudantes dessas duas turmas era bastante heterogêneo em relação à faixa etária. Havia estudantes entre 18 e 70 anos de idade, mas a maioria deles se encontrava na faixa entre 30 e 50 anos.

Antes do desenvolvimento da sequência didática temática com enfoque CTS, a participação dos estudantes durante as aulas de Química era considerada boa, de acordo com a percepção do professor ao longo do ano letivo. Ou seja, havia participação de alguns estudantes, que se interessavam pelas temáticas discutidas em



sala. Entretanto, geralmente os estudantes que participavam das aulas de Química eram os mesmos e mais que a metade deles não participava dessas aulas.

Em relação ao resultado em instrumentos avaliativos, os estudantes se saíam bem em trabalhos em grupos, debates e em aulas práticas. Entretanto, no que se refere aos instrumentos avaliativos de múltipla escolha que aconteciam ao final de cada etapa, o resultado não era considerado bom pelos professores e nem pelos próprios estudantes, que se mostravam desmotivados e decepcionados com o próprio rendimento.

O instrumento avaliativo usado na escola em que se desenvolveu esta pesquisa era de caráter multidisciplinar e, no caso da Química, era acompanhado de questões de Física e Biologia. Com base nas planilhas de notas das duas primeiras etapas do ano letivo de 2016, foi possível determinar o índice médio de acerto dos estudantes participantes da pesquisa nas questões de Química. Observamos, por meio dessas planilhas de nota, que a média de acertos nas questões de Química das duas turmas de estudantes na primeira etapa foi de 34,3% e na segunda etapa, 37,6%. Apresentaremos como parte dos resultados o rendimento dos estudantes na terceira etapa, após a participação nas aulas em que se desenvolveu a sequência didática temática com enfoque CTS.

## 2.2. O desenvolvimento da sequência didática

A sequência didática utilizada neste trabalho foi desenvolvida de acordo com os pressupostos do ensino de Ciências em uma perspectiva temática, com enfoque nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Dessa forma, acreditamos ser possível produzir dados que elucidem o entendimento sobre como essa abordagem de ensino contribui para a apropriação do conhecimento científico, bem como para a articulação dele em novos contextos, de forma que o educando possa aprimorar o próprio letramento científico.

Diante disso, fizemos a opção por aplicar uma sequência didática com a temática “Água”. Essa sequência didática surgiu a partir do trabalho de Quadros (2004) e foi estruturada em um projeto intitulado “Temas de Estudo em Química”, o qual era fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Posteriormente, essa unidade didática foi testada no “Projeto Práticas Motivadoras de Química em Escolas Públicas de Minas Gerais<sup>7</sup>” e sofreu pequenas alterações, oriundas das observações e análises referentes ao desenvolvimento das atividades em sala de aula. Após ser amplamente testada em escolas, essa unidade didática foi publicada na forma de coleção, com três módulos. No caso desta pesquisa, foi utilizado somente o *Módulo I – Entendendo o ciclo da água*, da Coleção Temas de Estudo em Química (QUADROS, 2016a) – como base para o desenvolvimento da sequência didática.

A partir da temática “Água” foram propostas atividades que possibilitaram aos estudantes se posicionar diante de problemas, articulando os conhecimentos das esferas científica, tecnológica, social e ambiental para proposição de respostas ou soluções. Nesse sentido, acreditamos que os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar o ensino de Ciências na perspectiva temática e, diante disso, analisamos as contribuições dessa perspectiva para os estudantes. A seguir estão descritas as

---

<sup>7</sup> O Projeto Práticas Motivadoras de Química em Escolas Públicas de Minas Gerais foi implementado no ano de 2011, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com o apoio da Coordenação de Apoio Pessoal de Nível Superior (CAPES), em moldes semelhantes ao Programa Institucional de Bolsa de Imersão à Docência (PIBID). Esse programa foi criado com o intuito de auxiliar tanto na formação inicial como continuada de professores quanto para motivar estudantes da educação básica no estudo das ciências. O projeto utilizou como princípio a triangulação entre a Instituição Formadora (UFMG), os professores de Química da Educação Básica e os Estudantes de Licenciatura. Nesse projeto foram planejadas aulas temáticas e as mesmas foram desenvolvidas em escolas públicas, parceiras no projeto.

atividades propostas nas oito aulas, de 100 minutos cada, que integraram a sequência didática CTS com a temática “Água”, que teve duração de 2 meses.

- **1ª aula:**

Inicialmente, foi solicitado aos estudantes que escrevessem um texto com os conhecimentos prévios sobre a temática a ser trabalhada: “Água”. Posteriormente, esse texto foi objeto de análise desta pesquisa, conforme explicitado no próximo capítulo.

A primeira aula teve como objetivo introduzir e problematizar a temática a ser trabalhada. Para isso, na aula anterior, foi solicitado aos estudantes que levassem uma conta de água para que fosse utilizada nessa discussão. Diante disso, o professor perguntou aos alunos qual era o consumo mensal de água na residência de cada um deles. Os estudantes relataram os valores presentes em suas contas de água e, em seguida, o professor perguntou aos estudantes se eles eram responsáveis por mais algum consumo de água para além do que estava registrado na conta. Nenhum aluno se posicionou e, em seguida o professor apresentou o infográfico representado pela Figura 4.

**Figura 4 –** Infográfico sobre o gasto de água envolvido na produção de diversos artefatos



**Fonte:** [http://www.menoslixo.com.br/wp-content/uploads/2016/03/infografico\\_pegada\\_hidrica\\_nova-opersan.jpg](http://www.menoslixo.com.br/wp-content/uploads/2016/03/infografico_pegada_hidrica_nova-opersan.jpg)

Diante do infográfico apresentado na Figura 4, foi discutido como o consumo de produtos no dia a dia pode influenciar no consumo total de água, de uma maneira mais

determinante que o consumo doméstico. Além disso, houve uma discussão sobre o processo produtivo de alguns dos produtos citados no infográfico, com o intuito de entender o porquê do gasto tão alto de água para produzi-los.

Durante essa aula, os alunos se mostraram bastante participativos e engajados na discussão. Para finalizar a aula, o professor lançou o questionamento: corremos o risco de a água do mundo acabar? Depois disso, o professor encerrou a aula e disse que encontraríamos essa resposta nas aulas seguintes.

- **2ª aula:**

Nessa aula foi apresentado aos estudantes o Módulo I da Coleção Temas de Estudo em Química, intitulado *Entendendo o ciclo da água* (QUADROS, 2016a). Foi explicado, pelo professor, que nas próximas aulas esse material seria utilizado como suporte para que chegássemos a possíveis respostas para a pergunta feita no final da aula anterior.

Diante disso, a aula prosseguiu com a construção de um terrário, conforme consta na atividade inicial do livro utilizado. Nesse terrário foram utilizados terra, carvão, água dentro de uma garrafa de politereftalato de etileno (PET). Uma planta foi inserida no interior dessa garrafa e ela foi, então, vedada. Em seguida, houve uma discussão sobre a função dos materiais utilizados no terrário, sobre a sobrevivência da planta naquele ambiente, o que levou ao estudo do ciclo da água.

O professor ressaltou que o terrário é um sistema que pode ser compreendido como um modelo do planeta e que se houvesse o entendimento das transformações ocorridas naquele sistema, seria possível compreender vários fenômenos que ocorrem no planeta, inclusive sobre a falta da água. Os estudantes se mostraram muito interessados em compreender o que aconteceria no terrário: se a planta ia morrer, se a terra iria secar, se haveria espaço para planta crescer.

Entretanto, os estudantes não conseguiram fundamentar bem suas respostas, visto que havia alguns impasses conceituais que os atrapalhavam na elaboração de hipóteses para o que aconteceria. Durante a discussão, para que os estudantes respondessem às questões propostas pelo professor, vários conceitos científicos foram requeridos, como: fotossíntese, respiração celular, mudanças de estado físico,

adsorção, absorção, entre outros. Por mais que alguns alunos apresentassem alguma noção sobre esses conceitos, ficou evidente que a apropriação desses conceitos seria essencial para a compreensão do que aconteceria no terrário.

Nesse contexto, o professor convidou os alunos para que, nas próximas aulas, o terrário fosse observado. Na medida em que os fenômenos fossem identificados, seriam realizadas algumas atividades que poderiam oportunizar a aprendizagem daqueles conceitos científicos necessários para a compreensão do que seria observado no terrário. Diante disso, a compreensão dos conceitos científicos se mostrou necessária para entender os fenômenos observados no terrário e a extensão dessa compreensão para o que acontece na natureza. Logo, os conceitos científicos não eram o foco das discussões, mas foram requeridos para que fosse possível compreender o sistema do terrário.

- **3ª aula:**

Na terceira aula, que aconteceu uma semana depois de terem construído o terrário, os estudantes observaram o sistema e perceberam que a planta havia crescido e que havia gotículas de água na parte superior da garrafa PET, na qual o terrário havia sido montado. Diante dessas evidências, o professor mediou uma discussão para que os estudantes elaborassem hipóteses sobre os motivos pelos quais a planta havia sobrevivido nessa primeira semana e o porquê de conter água na parte superior da garrafa. Mais uma vez os conceitos de fotossíntese, respiração, estados físicos da matéria, absorção e adsorção emergiram na discussão com o objetivo de explicar os fenômenos observados.

Diante da necessidade de compreender melhor esses conceitos científicos, o professor promoveu algumas atividades e discussões para oportunizar a aproximação dos estudantes a esses conceitos, para que eles pudessem se posicionar de maneira mais embasada acerca dos fenômenos observados no terrário. Dentre essas atividades, foi realizado um experimento envolvendo a temperatura de ebulição da água. Eles aqueceram uma quantidade de água, anotando a temperatura a cada dois minutos e as evidências observadas. Essa atividade se deu com o objetivo de compreender os

conceitos científicos relacionados com os estados físicos da matéria e as mudanças de estado físico da água, a altitude e a pressão atmosférica.

- **4ª aula:**

Na quarta aula, o professor retomou os resultados do experimento realizado (aquecimento da água) e mediou uma discussão para que fosse feito um paralelo entre o experimento, as gotículas de água na parte superior do terrário e o ciclo d'água. O experimento levava a entender a diferença entre evaporação e ebulição. Depois que os estudantes perceberam que a evaporação acontece muito antes da temperatura de ebulição e, inclusive, que acontece a qualquer temperatura, eles passaram a relacionar a formação de gotículas na parte superior da garrafa à evaporação da água que estava no solo.

Diante disso, alguns estudantes, que explicavam o aparecimento de gotículas de água na garrafa exclusivamente a partir da transpiração da planta, indicaram entender que tal evidência se dava principalmente devido à evaporação da água da terra presente no terrário. Essa conclusão se mostrou ainda mais evidente quando o professor apresentou aos estudantes um sistema semelhante ao terrário construído por eles, entretanto, sem planta. Esse sistema também apresentava muitas gotículas de água e os estudantes demonstraram ter compreendido que aquela água não poderia ser unicamente oriunda da transpiração das plantas.

Em seguida, com o objetivo de aprimorar ainda mais os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico, o professor solicitou aos estudantes que construíssem, em papel milimetrado, um gráfico da temperatura da água em função do tempo. Os estudantes apresentaram bastante dificuldade nessa atividade e acreditamos que ela não tenha contribuído significativamente para a aprendizagem dos conceitos envolvidos no terrário. Mas foi importante para desenvolver outras habilidades necessárias para a compreensão de gráficos, tabelas e outras formas de representação e comunicação do conhecimento.

- **5ª aula:**

Nessa aula foi realizada uma atividade de leitura de um texto que apresentava os conceitos de autotrofismo e heterotrofismo. A leitura desse texto se deu com o objetivo de potencializar a compreensão sobre a sobrevivência da planta em um ambiente fechado, o terrário. Após a leitura do texto, os estudantes responderam algumas questões e, em seguida, discutiram as respostas entre eles e com o professor.

Essas questões buscavam problematizar a relação entre os seres autótrofos e heterótrofos, questionando, por exemplo, o comportamento da natureza caso houvesse só seres autótrofos no mundo e no caso de haver apenas seres heterótrofos. As discussões sobre essas questões tornaram a sala de aula um ambiente de reflexão sobre a condição humana diante da natureza, ou seja, sobre a exploração dos seres humanos frente aos recursos naturais.

- **6ª aula:**

Nesta aula foram retomados os conceitos científicos referentes ao experimento de aquecimento da água, às mudanças de estado físico e ao ciclo da água. Diante disso, foi comparada a temperatura de ebulição da água, presente nos livros didáticos, com o resultado encontrado pelos diferentes grupos, durante o experimento. A partir disso, foi explicada a influência da altitude e da pressão atmosférica na temperatura de ebulição e o mecanismo de funcionamento da panela de pressão. Nessa aula houve um menor engajamento e/ou participação dos alunos.

- **7ª aula:**

Essa aula foi dedicada à escrita de um texto sobre a temática “Água” por cada um dos estudantes. Posteriormente, esse texto foi alvo de análise desta pesquisa. Além disso, os estudantes responderam a um questionário de múltipla escolha, cujo resultado também foi objeto de análise.

- **8ª aula:**

A última aula da sequência didática foi dedicada à finalização das discussões sobre a temática “Água”. Para isso, as questões de múltipla escolha respondidas pelos

estudantes na semana anterior foram comentadas e cada estudante teve a oportunidade de falar sobre o que escreveu no texto com a temática água. Nesse momento, o professor retomou alguns questionamentos feitos ao longo da sequência didática e os estudantes se mostraram mais seguros em respondê-los.

A nossa presença ativa na sala de aula já permite afirmar que, de uma maneira geral, os estudantes se mostraram bastante engajados ao longo da sequência didática. Muitos deles chegaram a procurar o professor para relatar como as aulas de Química estavam mais interessantes. Por muitas vezes, os estudantes também se mostraram bastante curiosos para saber as próximas etapas do trabalho e as respostas para os questionamentos feitos pelo professor. Acreditamos que essa postura dos estudantes contribuiu efetivamente para os resultados obtidos por eles.

No intuito de analisar esses resultados, nós utilizamos alguns instrumentos de produção de dados, como a gravação das aulas em vídeo e áudio, o questionário contendo questões de múltipla escolha e a produção textual. Na seção seguinte, explicamos como esses instrumentos foram utilizados e justificamos o uso deles.



### **2.3. A produção e a análise dos dados**

Iniciamos essa seção ressaltando que durante a realização desta pesquisa todos os cuidados éticos foram tomados, atendendo às orientações do COEP. Para isso, os estudantes foram informados sobre a realização da pesquisa e sobre os seus objetivos. Os estudantes que concordaram com a realização da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando a utilização dos dados produzidos a partir deles nesta investigação.

Conforme ressaltado anteriormente, foram produzidos alguns dados com o intuito de analisar as contribuições da sequência didática CTS desenvolvida para o LC dos estudantes. Para isso, realizamos a gravação em vídeo e áudio de todas as aulas que englobaram a sequência didática. Ademais, ao final da sequência didática, os estudantes responderam um questionário de múltipla escolha que requeria a articulação de conceitos científicos que emergiram ao longo da sequência didática. Além disso, foi solicitado aos estudantes que escrevessem dois textos sobre a temática “Água”: um ao início e outro ao final da sequência didática, conforme descrito na seção anterior. A seguir, esclarecemos sobre cada um desses instrumentos e como os dados foram analisados.

#### **2.3.1. O questionário de múltipla escolha e as gravações em vídeo e áudio**

Ao final da sequência didática, os estudantes responderam um questionário de múltipla escolha com quatro questões referentes a conceitos científicos que emergiram na sala de aula para explicar fenômenos relacionados à temática “Água”. Conforme apresentado no Anexo C, a primeira questão tratava dos conceitos de autotrofismo e heterotrofismo, bem como do entendimento dos processos de fotossíntese e respiração celular. Já na segunda questão, os estudantes deveriam articular o conceito de adsorção à função do carvão no terrário construído. A terceira questão abordou o tópico “mudanças de estado físico” em um contexto completamente diverso ao que ocorreu na sequência didática. Por fim, a quarta questão teve foco no mecanismo de funcionamento da panela de pressão e englobava conceitos científicos de pressão e temperatura de ebulição. É importante ressaltar que o questionário foi validado por meio da aplicação do mesmo para cerca de 120 estudantes de outra escola. Esses estudantes também

vivenciaram a sequência didática fundamentada na Coleção Temas de Estudo em Química.

No contexto desta pesquisa, 68 dos 79 estudantes responderam esse questionário e as respostas de cada um deles foram tabuladas, de forma a facilitar a identificação sobre o número de estudantes que assinalou cada uma das cinco alternativas propostas em cada questão. A partir desses dados, pudemos refletir sobre a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes ao longo da sequência didática, uma vez que os conceitos necessários para resolver as questões propostas são os mesmos que emergiram ao longo das aulas temáticas.

Reconhecemos que há limitações em usar como instrumento de produção de dados um questionário de múltipla escolha para inferir sobre a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, após a intervenção temática nas aulas de ciências. Um exemplo: durante o período em que ocorreu o desenvolvimento da sequência didática, os estudantes podem ter vivenciado práticas de aprendizagem externas à escola, como teatros, museus, feiras de ciências, programas de televisão, filmes, documentários, entre outros. Logo, essa vivência extraescolar pode culminar na aprendizagem de conceitos científicos pelos estudantes. Ademais, um acerto não significa necessariamente que o estudante se apropriou daquele conceito científico e um erro não significa que um estudante não sabe nada sobre determinado conceito.

Mesmo considerando que a análise das respostas dadas no questionário de múltipla escolha podem ser limitadas, acreditamos que esse instrumento metodológico – aliado a outros, como a observação do professor e a análise das gravações das aulas em vídeo e áudio – pode nos dar uma ideia mais confiável sobre a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, conforme observado em alguns trabalhos com objetivos semelhantes aos nossos (AKCAY, 2010; AKCAY e YAGER, 2010; BROMAN et al, 2015; MAGALHÃES; CASTRO, 2015; CARVALHO; MOREIRA; JÚNIOR, 2015). Para isso, após a análise das respostas às questões presentes nesse instrumento, utilizamos as gravações em vídeo e áudio para revisitar os momentos pedagógicos em que os conceitos científicos presentes em cada questão emergiram em sala de aula. Dessa maneira, unimos a análise quantitativa (porcentagem de acerto nas questões) à análise

qualitativa (observação e estudo dos momentos de construção dos conceitos em sala de aula).

Nesse momento, nossa análise se direcionou para a participação e o discurso dos estudantes ao se posicionarem nas discussões propostas pelo professor. Nosso intuito foi o de observar os eventos em que os conceitos científicos necessários à resolução das questões emergiram para que pudéssemos inferir se os estudantes demonstravam ter se apropriado do significado dos conceitos científicos. Além disso, pretendíamos perceber de que forma esses eventos contribuíram para a aprendizagem desses conceitos pelos estudantes. No que se refere às questões com baixo índice de acerto, também revisitamos os momentos pedagógicos em que os conceitos científicos requeridos por elas foram abordados. Nesses casos, buscamos compreender quais foram as possíveis limitações do processo de ensino e aprendizagem.

Foram realizadas transcrições desses momentos de ensino e algumas delas são apresentadas no capítulo seguinte. Para realizar as transcrições, utilizamos os símbolos **P** para o professor-pesquisador; **E1, E2, E3, etc.**, para os estudantes. A numeração corresponde à ordem em que os estudantes surgiram no discurso dos eventos analisados. Esses códigos de identificação foram usados para preservar a identidade de cada um dos participantes. Além disso, utilizamos reticências (...) para indicar pausas durante as falas e optamos por fazer o uso de pontuações (ponto final, interrogação, exclamação) de acordo com a entonação da fala do professor-pesquisador e dos estudantes.

### **2.3.1. Sobre as produções textuais e sua análise**

Conforme relatado na descrição das aulas, os estudantes escreveram textos livres sobre a temática “Água” em dois momentos: no início e ao final da sequência didática. O objetivo da escrita desses textos foi perceber a natureza do conhecimento apresentado pelos estudantes ao se referirem à temática “Água” antes e depois da vivência na sequência didática CTS. Somente 33 dos 79 alunos participantes escreveram e entregaram ao professor-pesquisador os dois textos (inicial e final). Optamos por analisar apenas os textos dos estudantes que o fizeram nas duas fases.

Para isso, inicialmente foi feita a leitura dos 33 textos iniciais e dos 33 textos finais. Essa leitura nos oportunizou a percepção de que os textos produzidos pelos estudantes podem ser categorizados em três grupos diferentes, no que se refere à natureza do conteúdo apresentado: (1) conteúdo de natureza cotidiana; (2) conteúdo científico sem vínculo com questões socioambientais; (3) conteúdos socioambiental e científico articulados. No capítulo seguinte, apresentamos alguns fragmentos de texto referentes a cada uma dessas categorias, de forma a explicitar o nosso entendimento para cada uma delas. Essa categorização, portanto, emergiu a partir dos dados.

Depois da criação das categorias apresentadas, realizamos uma releitura dos textos de maneira a enquadrá-los em uma das três categorias. Feito isso, comparamos as categorias dos textos inicial e final de cada estudante. Ao compararmos essas duas produções feitas pelos estudantes sobre a temática “Água”, nosso intuito foi perceber se os estudantes, após a vivência na sequência didática CTS, incorporaram a dimensão científica de forma mais significativa, para se posicionar em questões presentes na sociedade e diretamente relacionadas à ciência.

Acreditamos que essa incorporação está diretamente relacionada com o desenvolvimento da dimensão conceitual do LC, conforme propõe Kemp (2002). De acordo com o autor, o LC se relaciona com o domínio de conceitos científicos e com a capacidade de aplicá-los em situações cotidianas. Fizemos isso considerando a hipótese de que, a partir da análise dos textos, seria possível inferir sobre a capacidade dos estudantes de articular os conceitos científicos para se posicionar em uma temática relacionada ao cotidiano, antes e depois da vivência na sequência didática.

### **CAPÍTULO 3. RESULTADOS E ANÁLISES**

Neste capítulo, explicitamos os resultados obtidos com a experiência de uso de uma sequência didática temática junto a estudantes da EJA. Conforme já descrito, a sequência tratava da temática “Água” e a análise se deu no sentido de investigar se o ensino a partir de temas na perspectiva CTS contribui para o desenvolvimento do LC dos estudantes, mais especificamente, da dimensão conceitual (KEMP, 2002) do LC. De acordo com Kemp (2002) e conforme apresentado no Capítulo 1 deste trabalho, a dimensão conceitual do LC está relacionada à capacidade de articulação de conceitos científicos básicos, ou seja, da compreensão e da aplicação dos mesmos.

Para organizar nossos dados, dividimos a análise em duas etapas. A primeira se refere à análise dos resultados obtidos com um instrumento de produção de dados contendo questões de múltipla escolha, enquanto a segunda está relacionada à análise dos textos produzidos pelos estudantes no início e no final do desenvolvimento da sequência didática.

Na primeira etapa, interpretamos os dados oriundos de um instrumento de produção de dados contendo quatro questões de múltipla escolha e que foram entregues aos estudantes ao final da sequência didática. Nele, foram abordadas temáticas relacionadas aos conceitos científicos que emergiram durante o desenvolvimento das aulas. As questões utilizadas apresentam contextos semelhantes e diferentes daqueles discutidos em sala de aula, como a função do carvão no terrário (contexto semelhante) e o aparecimento de gotículas de água na parede superior de um copo gelado (contexto diferente). O uso desse instrumento de produção de dados se deu para que nós pudéssemos analisar a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes.

Na segunda etapa da análise, nos debruçamos sobre produções escritas dos estudantes. Os textos analisados foram produzidos pelos estudantes em dois momentos: antes do início da sequência didática e ao final da mesma. Ao compararmos essas duas produções feitas pelos estudantes sobre a temática “Água”, pretendemos observar a natureza dos conteúdos utilizados pelos estudantes para estruturar os textos. De uma maneira geral, nosso intuito foi perceber se os estudantes, após a vivência na

sequência didática CTS, passaram a incorporar a dimensão científica para se posicionar em questões presentes na sociedade e diretamente relacionadas à ciência.

### 3.1. Análise dos resultados obtidos com o questionário de múltipla escolha

Uma das questões de múltipla escolha utilizada no instrumento de produção de dados abordou os seguintes conceitos científicos: seres autótrofos, seres heterótrofos, fotossíntese e respiração celular. Nessa questão, era esperado que os estudantes identificassem os seres autótrofos como produtores de glicose e de oxigênio, a partir da fotossíntese. A Tabela 6 apresenta as alternativas assinaláveis nessa questão, acompanhadas do número absoluto e da porcentagem de estudantes que optaram por cada uma delas.

**Tabela 6** – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre seres autótrofos e heterótrofos

Alternativa	Número de respostas	Porcentagem de respostas
os seres autótrofos produzem, por meio da respiração, glicose e oxigênio	7	10%
os seres autótrofos produzem, por meio da fotossíntese, glicose e oxigênio	34	50%
os seres heterótrofos produzem, por meio da respiração, glicose e oxigênio	6	9%
os seres heterótrofos produzem, por meio da fotossíntese, glicose e oxigênio	7	10%
os seres autótrofos e heterótrofos produzem, por meio da fotossíntese, o alimento necessário para a sobrevivência	14	21%

Durante a sequência didática foi ressaltado que durante o processo de fotossíntese há a produção de glicose e que essa substância sofre reações químicas nos organismos vegetais, dando origem à sacarose, à frutose, aos aminoácidos em geral, às proteínas, às vitaminas, dentre outras substâncias necessárias para a estrutura e desenvolvimento das plantas. Essa questão foi baseada em um item proposto na prova de vestibular da FATEC (Faculdade de Tecnologia do SENAI), realizado em 2002. Optamos por substituir a palavra alimento, presente na questão original, por glicose. Essa substituição se deu para que fosse utilizado um termo cientificamente adequado. Contudo, na última alternativa preservamos o termo alimento, por ser comum inclusive em alguns livros didáticos.

A partir da organização dos dados foi possível perceber que 50% dos estudantes assinalaram a resposta mais adequada do ponto de vista científico, que relaciona os seres autótrofos com o processo de fotossíntese, para a produção da glicose e do

oxigênio. Conhecendo o contexto do EJA e a dificuldade que alguns estudantes apresentam em se apropriar de conceitos científicos e o índice de acerto médio nas avaliações da disciplina Química das etapas anteriores à etapa em que ocorreu essa intervenção (34,3% na primeira etapa e 37,6% na segunda), é possível afirmar que os estudantes obtiveram um resultado significativamente melhor do que o de costume.

Além disso, outros 21 estudantes relacionaram a fotossíntese à produção de glicose e oxigênio ou à produção de alimentos para a planta. Isso representa 55 em um total de 68 participantes. Entretanto, para esses 21 estudantes, que associaram a fotossíntese à produção de alimentos, a produção de glicose e oxigênio não é, necessariamente, realizada pelos seres autótrofos. Sete deles afirmaram ser produzida pelos heterótrofos e 14 que a fotossíntese pode ser realizada pelos seres autótrofos e pelos heterótrofos.

Quando se trata da relação dos seres autótrofos com a produção de glicose e oxigênio, pode-se perceber que 41 estudantes relacionaram exclusivamente os seres autótrofos à produção de glicose e oxigênio. Apenas 13 estudantes (19%) associaram a produção de glicose exclusivamente aos seres heterótrofos. Portanto, por meio desses dados, podemos perceber que 19% dos estudantes assinalaram alternativas completamente equivocadas do ponto de vista científico, ao associarem a produção de glicose e oxigênio à respiração. Esses estudantes demonstraram pouca apropriação de conhecimento sobre o processo de fotossíntese, assim como sobre as características dos seres autótrofos e heterótrofos.

Durante a sequência didática temática, esses conceitos foram abordados em diferentes momentos. Logo após a construção do terrário (no início da sequência didática), houve uma problematização inicial acerca da sobrevivência da planta no terrário. Alguns estudantes disseram que a planta não morreria e justificaram esse fato com base na fotossíntese, alegando que ela produziria o próprio alimento. Outros estudantes discordaram e defenderam a tese de que a planta ficaria murcha e morreria.

Essa problematização inicial parece ter motivado os estudantes a compreender os fenômenos que ocorrem no terrário. Para fundamentar as opiniões, os estudantes lançaram mão de alguns conceitos científicos, dentre eles a fotossíntese, sem que o professor precisasse introduzi-los. Mesmo que de maneira inconsistente, houve um



movimento em direção ao uso de conhecimentos científicos e, mais do que isso, os estudantes aparentaram interesse e um sentimento de necessidade de conhecer melhor aqueles conceitos científicos para que eles pudessem se posicionar de maneira mais embasada ao proporem uma hipótese para a sobrevivência da planta em um ambiente fechado, como é o caso do terrário.

É interessante ressaltar que durante a construção do terrário, alguns estudantes já apresentaram o questionamento sobre a sobrevivência da planta, mesmo antes do professor lançar a questão para toda a turma. Diante disso, o problema, posteriormente enfatizado pelo professor, pareceu ser relevante para os estudantes.

Ademais, alguns estudantes fizeram uso de alguns conceitos científicos para se posicionar sobre a sobrevivência da planta no terrário. Esse é um forte indício que nos leva a argumentar sobre a importância do ensino de Ciências a partir de um tema ou uma situação do contexto dos estudantes. Ao inserirem espontaneamente o conceito de fotossíntese na discussão, esses estudantes demonstram articular o conhecimento científico para explicar uma situação. Portanto, ao considerar a participação dos estudantes e o uso que os mesmos fizeram dos conceitos científicos, concordamos com Yager e colaboradores (YAGER *et al.*, 2005; YAGER *et al.*, 2006; AKCAY; YAGER, 2010) que o ensino de Ciências na perspectiva CTS pode contribuir para aumentar a motivação dos estudantes em estudar Ciências, uma vez que o ensino CTS pode oportunizar a percepção de que os conceitos científicos são importantes para fundamentar explicações de algumas situações.

Nesse contexto, conforme relatado, alguns conceitos científicos despertaram grande interesse nos estudantes para que eles fossem capazes de elaborar uma resposta consistente para a situação. O trecho apresentado a seguir se refere à transcrição do episódio que ocorreu logo após a construção do terrário, em que professor e estudantes argumentaram sobre a sobrevivência ou não da planta no terrário.

**P:** *Eu já vi que tem muita gente que está falando assim... ah... a planta vai morrer, a planta vai viver. Então, eu quero que a gente pense um pouco sobre isso... o que vai ter acontecido com a planta quando a gente voltar aqui na semana que vem e olhar pra ela, ou quando a gente voltar daqui a um mês?*

**E1:** *Vai tá murcha, vai morrer.*

**E2:** *Murcha? De jeito nenhum.*

**E1:** *Você vai ver.*

**P:** *Então, olha só... tem gente que tá achando que ela vai morrer (o professor escreve na lousa essa hipótese).*

**E2:** *Não...ela vai fixar raiz e vai crescer.*

**P:** *Tem gente que acha que ela vai fixar raiz e vai crescer (o professor também escreve na lousa essa hipótese). O que mais? Alguém pensa diferente disso aqui (apontando para as ideias escritas no quadro).*

**E3:** *Ela vai produzir o alimento para ela sobreviver.*

**E2:** *A garrafa vai ficar suada.*

**E4:** *A terra não vai secar... ela vai ficar úmida.*

**E1:** *A gente pode falar que a planta vai fazer sua própria fotossíntese?*

**P:** *Então, olha só, gente... presta atenção aqui... vamos analisar aqui... a gente não vai chegar numa resposta final agora... a gente só vai saber se essa planta vai...*

**E2:** *morrer ou não...*

**P:** *se ela vai criar raiz, se ela vai crescer, se ela vai conseguir fazer fotossíntese, se a terra vai secar, se a terra não vai secar... a gente só vai saber isso com o passar do tempo... Agora, quem acha que a planta vai morrer, por que tá achando que a planta vai morrer?*

**E5:** *Sem o gás carbônico ela não vai fazer fotossíntese.*

**P:** *A planta morre porque falta gás carbônico... (o professor escreve na lousa)... Qual que é a fórmula química do gás carbônico mesmo?*

**Vários estudantes:**  $CO_2$ .

**P:** *Então falta  $CO_2$  pra planta... O que que acontece se faltar  $CO_2$ ? Por que ela precisa de  $CO_2$ ?*

**E2/E5:** Inaudível

**P:** *O A2 tá falando que ela precisa de  $CO_2$  porque tem um processo que vai transformar o  $CO_2$  em oxigênio. E esse processo que transforma  $CO_2$  em oxigênio, qual que é o nome desse processo?*

**Vários estudantes:** *Fotossíntese.*

Ao analisar esse episódio da sequência didática, é possível perceber que o conceito de fotossíntese surgiu com o intuito de fundamentar a opinião dos estudantes sobre o tema discutido. Além disso, o conceito emergiu a partir de uma problematização em que os estudantes se mostraram envolvidos e participativos. Em consequência disso, acreditamos que momentos como o descrito anteriormente podem ter contribuído para que os estudantes se apropriassem do conceito de fotossíntese, o que facilitou a resposta diante do questionamento sobre a sobrevivência da planta no terrário. Nesse sentido, o engajamento dos estudantes pode ter contribuído para que 55 dos 68 estudantes envolvidos na sequência didática conseguissem relacionar corretamente o processo de fotossíntese com a produção de glicose e oxigênio.

Em relação aos conceitos de seres heterótrofos e autótrofos, os estudantes não os apresentaram de maneira espontânea durante as discussões. Entretanto, uma das atividades da sequência didática analisada consistiu na leitura de um texto intitulado

*Autotróficos e heterotróficos: teorias sobre seres vivos.* Nesse texto, são apresentados esses conceitos e alguns questionamentos são feitos após a leitura. Esses questionamentos buscam evidenciar a relação de dependência dos seres heterótrofos frente aos seres autótrofos. O trecho a seguir se refere a esse episódio de ensino, em que os estudantes debatem algumas hipóteses com o professor.

**P:** *As plantas que colocamos no terrário são autótrofas ou heterótrofas?*

**Vários estudantes:** *Autótrofas.*

**P:** *Será que se a gente for lá (ver as plantas) agora elas estão vivas ainda?*

**Vários estudantes:** *Sim.*

**P:** *O que aconteceria com os humanos se todos os seres autótrofos do planeta fossem destruídos?*

**Vários estudantes:** *Morreriam.*

**P:** *Quem são os seres autótrofos?*

**E1:** *Os que produzem o próprio alimento... os que fazem fotossíntese.*

**Vários estudantes:** *As plantas.*

**P:** *Se a gente acabasse com todas as plantas, o que aconteceria com os seres humanos?*

**Vários estudantes:** *Iriam morrer!*

**P:** *Morreriam por quê?*

**E2:** *De fome... ia faltar alimento.*

**E3:** *La acabar o oxigênio.*

**P:** *Mas o ser humano não é herbívoro. Ele não pode comer outros animais também?*

**E4:** *Pode, mas esses animais precisam das plantas também... a planta é a base da cadeia alimentar.*

O trecho transcrito representa um momento posterior à leitura do texto acerca do conceito de autotrofismo (produção de glicose e oxigênio, a partir da fotossíntese). Pela transcrição, podemos perceber que os estudantes aparentam ter desenvolvido a compreensão de que os seres humanos, por serem heterótrofos, são completamente dependentes dos seres autótrofos. Essa afirmação se sustenta na fala de E4, que diz ser a planta a base da cadeia alimentar. Entretanto, quando E3 citou a falta de oxigênio como consequência da destruição dos seres autótrofos, sua fala não recebeu adesão dos colegas (e nem foi retomada pelo professor, naquele momento). Acreditamos que essa ainda é uma visão limitada sobre a importância das plantas para os seres heterótrofos e para o planeta. Entretanto, a construção dessa visão foi importante para que outros conceitos pudessem ser construídos posteriormente.

Podemos observar que, no momento em que foi perguntado aos estudantes o que aconteceria se, hipoteticamente, um ser humano fosse colocado no terrário, a

maioria deles respondeu que esse indivíduo não sobreviveria sem a presença de seres autótrofos. Diante disso, os estudantes demonstraram, mais uma vez, ter sido capazes de estabelecer relações cientificamente adequadas entre os conceitos de autótrofos e heterótrofos. Durante toda essa discussão inicial da sequência os estudantes se comportaram de maneira engajada, buscando respostas para os questionamentos que se fizeram presente.

Mesmo que isso não tenha sido o foco da sequência temática, os estudantes articularam os conceitos científicos a questões de ecologia e de meio-ambiente. O estabelecimento de relações entre os conceitos científicos e temas de cunho ecológico e ambiental pode auxiliar os estudantes a perceber a relação da Ciência estudada na sala de aula com o contexto ao qual estão inseridos. Em consequência disso, os estudantes apresentaram respostas consistentes ao longo das discussões, bem como no pós-teste realizado, uma vez que 60% deles relacionou a produção de glicose e oxigênio exclusivamente aos seres autótrofos.

Na Tabela 6, na última alternativa, é possível observar que 21% dos estudantes relacionou a fotossíntese aos seres autótrofos e heterótrofos. Acreditamos que isso se deve ao fato de essa alternativa apresentar o termo “alimento” ao invés de “glicose”. O uso do termo alimento como produto da fotossíntese é comum em livros didáticos e até mesmo no discurso dos professores e, conseqüentemente, dos estudantes. No episódio transcrito anteriormente, ao se referir aos autótrofos, E1 afirma serem “*Os que produzem o próprio alimento... os que fazem fotossíntese*”. A associação da fotossíntese à produção de alimentos se fez presente em muitos outros momentos de discussão.

Em outra questão de múltipla escolha do instrumento de produção de dados, foi perguntado aos estudantes qual a função do carvão em um terrário. Essa pergunta foi feita considerando que no terrário construído e observado ao longo das aulas havia carvão. Era esperado que os estudantes assinalassem a resposta “adsorver substâncias indesejáveis”. A absorção é um conceito comum aos estudantes e refere-se à ação de recolher. Como exemplo, podemos citar a esponja imersa em água. Ela absorve água, mas o líquido sai facilmente quando ela é espremida. No caso do conceito de adsorção, ocorre a adesão (fixação) de moléculas de um fluido (o adsorvido) a uma superfície

sólida (o adsorvente). Essas moléculas ficam retidas na superfície do sólido por interações químicas. É pelo efeito de adsorção que o carvão é usado em filtros de água.

Ao longo da sequência de ensino, muitos estudantes associaram o carvão à absorção de água e de outras substâncias e, nesse caso, é possível que tenham mantido algumas de suas concepções. Transcrevemos um pequeno fragmento da aula no qual é evidenciada essa situação.

**P:** Alguns de vocês estão falando que o carvão tem a função de absorver. Absorver o quê?

**E?:** Água.

**E2:** Ar.

**P:** Vamos discutir então a função do carvão. Primeira coisa, para quê que a gente usa o carvão no dia-a-dia, além de fazer churrasco?

**E3:** Coloca na geladeira para tirar o cheiro.

**P:** Ah... coloca na geladeira para tirar o cheiro. O quê que o carvão faz com o cheiro?

**Vários estudantes:** Ele absorve.

**P:** Ele absorve. Certo? Olha só, quando a gente fala absorver... O quê que vocês entendem por absorver? Como que é esse processo?

**Vários estudantes:** É sugar.

**E2:** Ele puxa o cheiro.

**P:** Mas esse cheiro, onde que ele fica no carvão?

**E3:** O carvão é poroso.

**P:** O E3 tá falando aqui que o carvão é poroso. Vocês concordam com ele? O quê que significa ser poroso?

**E?:** Ter poros.

**P:** Por exemplo, se eu pego uma chapa de ferro, a chapa de ferro é porosa?

**Vários estudantes:** Não!

**P:** Ela é toda preenchida, né? E o carvão não... é como se tivessem várias cavidades dentro dele... os poros... E aí esses poros fazem o quê?

**E1:** Vai absorvendo o cheiro.

**E4:** Sugam o cheiro.

**P:** E a substância que tem esse cheiro fica onde?

**E4:** Dentro do carvão.

A transcrição evidencia que muitos estudantes relacionavam o carvão ao fenômeno de absorção de substâncias. O processo de ensino desenvolvido tinha a intenção de contribuir para a compreensão sobre a função do carvão no terrário e, nesse sentido, fazer as concepções dos estudantes evoluírem. A Tabela 7 apresenta as possibilidades de respostas apresentadas aos estudantes quando esses foram questionados sobre a função do carvão no terrário, acompanhadas do número absoluto e da porcentagem de estudantes que optaram por cada uma delas.

**Tabela 7** – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre o a função do carvão no terrário

Alternativa	Número de respostas	Porcentagem de respostas
absorver água	8	12%
adsorver substâncias indesejáveis	46	68%
manter a umidade do terrário	9	13%
fornecer nutrientes	1	1%
manter a quantidade de gás carbônico equilibrada	4	6%

Conforme pode ser percebido por meio da transcrição anterior, alguns estudantes associaram o carvão ao fenômeno de absorção. Porém, trata-se de um tipo diferente de sorção: a adsorção. Os dados apresentados na Tabela 7 evidenciam que a sequência de atividades desenvolvida contribuiu para que muitos estudantes compreendessem a função do carvão no terrário, uma vez que 46 de um total de 68 estudantes (68%) responderam adequadamente a questão proposta.

Acreditamos que esse resultado foi possível devido à maneira como o conceito de adsorção, até então desconhecido para grande parte dos estudantes, emergiu no espaço da sala de aula. Assim como no caso da questão anterior (sobre seres autótrofos e heterótrofos), o professor apresentou uma problematização aos estudantes. Durante o processo de construção e observação do terrário, o professor questionou os estudantes sobre a função de cada material ou substância usados na construção do terrário. Além do carvão, houve a discussão sobre a função da terra, da água, da garrafa. Diante disso, a construção do terrário não se deu de maneira neutra, como uma receita culinária. Foram promovidos momentos de problematização e discussão acerca da importância do uso daqueles materiais e substâncias no terrário.

Houve momentos em que os estudantes demonstraram interesse em compreender a função de cada material no terrário, para que pudessem responder a questão feita inicialmente sobre a sobrevivência da planta, conforme evidencia a transcrição apresentada a seguir.

**P:** *A planta precisa de CO<sub>2</sub> para viver?*

**Vários estudantes:** *Sim!*

**P:** *Aí dentro da garrafa tem CO<sub>2</sub>?*

**Vários estudantes:** *Tem!*

**P:** *Por que tem?*

**E1:** *Por causa do carvão.*

**E2:** Não, o carvão deve servir pra absorver o ar, não?

**E3:** Não. Pra absorver a água.

**E4:** Absorver a água!

**E5:** Pra quê que é, professor?

Assim como Aikenhead (1994), Freire (2011) e outros autores defendem, a problematização nos parece ter sido fundamental para que fosse despertado nos estudantes uma necessidade da construção de explicações, visando a proposição de uma solução para o questionamento inicial. Para Paulo Freire, a problematização é um processo que possibilita ao educando confrontar situações cotidianas, para que um novo conhecimento seja concebido a partir da desestruturação da visão anterior do estudante (Nascimento e Linsingen 2006). Para isso, se fez necessário a articulação de conceitos científicos, que potencializaram a compreensão sobre o tema de discussão.

Apesar do bom resultado obtido na questão sobre a função do carvão no terrário, observamos na Tabela 7 que 17 estudantes (25%) escolheram alternativas que remetiam ao carvão como um instrumento de absorção de água. Desses, 8 responderam que a função do carvão é “absorver água”, enquanto 9 assinalaram que a função do carvão seria “manter a umidade do terrário”. Concordamos com Carrascosa (2005) quando o autor diz que as concepções prévias dos estudantes podem persistir, principalmente quando estão associadas às experiências e linguagens cotidianas. Nesse sentido, esse grupo de estudantes, mesmo após vivenciar as atividades que oportunizaram a compreensão do fenômeno de adsorção, continuou com a ideia de que o carvão absorve as substâncias.

Como já dissemos, acreditamos que esse fato se dê pelo uso da palavra absorção no cotidiano, mesmo quando não se trata de um fenômeno de absorção. Durante a discussão em sala de aula, os estudantes indicaram ter percebido que o fenômeno que ocorre no carvão não é a absorção, conforme evidencia a transcrição apresentada a seguir.

**P:** *Agora, conversa aqui comigo... quando a gente coloca... pensa assim... a gente pegou um pedaço de carvão e colocou dentro da água... agora, pensa que a gente vai fazer a mesma coisa com uma bucha... pega a bucha, coloca dentro da água e tira ela da água. Na hora que a gente aperta a bucha, o que que acontece?*

**E?:** *Escorre mais água.*

**P:** *E se a gente apertar o carvão, o que que vai acontecer?*

**Vários estudantes:** *Nada.*

**P:** *Esse exemplo que eu dei, ajuda a gente a entender duas coisas diferentes... a gente tá chamando da mesma coisa, mas não é a mesma coisa... existem duas palavras: absorver e adsorver. A bucha absorve a água e o carvão não absorve. Faz sentido?*

**Vários estudantes:** *Sim!*

A partir desse momento o professor entra na discussão sobre os conceitos de absorção e adsorção, mas fica evidente na fala do professor que o carvão não absorve e os estudantes parecem ter compreendido. Isso deve ter contribuído para que a maioria dos estudantes respondesse adequadamente a questão sobre a função do carvão. Entretanto, ainda que o professor apresentasse e discutisse um novo conceito (adsorção), observamos que alguns estudantes continuaram utilizando o conceito que já era concebido antes da realização das atividades (absorção).

A partir da análise dos dados obtidos com essa questão, entendemos que houve uma grande evolução conceitual entre esses estudantes. De um grupo praticamente unânime em argumentar que o carvão absorvia água/ar/outros, tivemos 68% deles escolhendo o conceito de adsorção, ao explicar sobre a função do carvão no terrário. Podemos afirmar que as respostas obtidas por meio dessa questão evidenciam a importância de uma abordagem temática problematizada, com o envolvimento dos estudantes na dinâmica da aula.

Em uma terceira questão, foi apresentada aos estudantes a situação cotidiana de um copo com água e gelo ficar com a superfície externa “suada”. Era esperado que os estudantes explicassem esse fenômeno com base na condensação de vapor de água presente no ar, ao entrar em contato com a superfície externa do copo, que está com temperatura mais baixa em função da água gelada no seu interior. Essa questão não trata de um tópico discutido diretamente com os estudantes em sala de aula, mas ela foi usada para analisar se os estudantes conseguiriam articular os conceitos científicos estudados ao longo da sequência didática em um contexto diferente.

A Tabela 8 apresenta as possibilidades de respostas apresentadas aos estudantes quando esses foram questionados sobre a razão do copo gelado ficar “suado”, acompanhadas do número absoluto e da porcentagem de estudantes que optou por cada uma delas.



**Tabela 8** – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre o fenômeno do copo “suado”

Alternativa	Número de respostas	Porcentagem de respostas
pela sublimação da água existente no copo	5	7%
pela porosidade do copo que permitiu que parte da água gelada passasse para o lado de fora do copo	2	3%
pela vaporização da água do copo para fora do copo	8	12%
pelas correntes de convecção formada em função do aquecimento da água gelada pelo meio ambiente	17	25%
pela condensação dos vapores de água da atmosfera em contato com o copo gelado	36	53%

Os dados apresentados na Tabela 8 indicam que 36 dos 68 (53%) estudantes responderam adequadamente a questão, justificando o fato de o copo ficar suado a partir do fenômeno de condensação dos vapores de água presentes na atmosfera. Ao analisarmos os episódios de aula em que os estados físicos da matéria e as mudanças de estado físico foram abordados, percebemos que, mais uma vez, o processo de ensino se deu a partir de uma problematização, conforme evidenciado pela transcrição de um episódio de ensino apresentada a seguir. Nesse episódio, o professor está segurando um terrário que já havia sido construído há alguns meses. A planta do terrário estava viva e a garrafa PET estava com gotículas de água na parte superior, próximo à tampa.

**P:** Gente, e essa água que tá aqui dentro? Essa água que tá em cima... Que água é essa? De onde está vindo essa água?

**E1:** Da respiração.

**P:** Por quê?

**E1:** Na respiração ela produz água.

**P:** Na respiração ela produz água. Não é?

**Vários estudantes:** Sim!

**P:** Então essa água que tá aqui é da respiração?

**E2:** A própria terra pode... (inaudível)

**P:** Ah... pode acontecer a evaporação da água da terra, né? (Nesse instante o professor pega outro sistema fechado: uma garrafa PET com terra, carvão, água e sem planta) Então, eu tenho aqui, olha... uma garrafa só com terra, sem planta. Como é que a garrafa tá aqui em cima?

**Vários estudantes:** Tá suada.

**P:** Também tá suada, né? E não tem planta.

**E3:** Não tem?

**P:** Não tem planta, mas mesmo assim está suada. Por quê? Eu não molhei a garrafa aqui onde tá molhado. Como é que essa água veio parar aqui?

**E4:** Tem a umidade da terra.

**P:** Tem a umidade da terra e aí? O quê que acontece?

**E4:** Evapora e (inaudível).

**P:** *Então olha só, o pessoal tá falando que a água que estava na terra evaporou e aí ela condensou aqui em cima, formando essas gotículas de água.*

Conforme evidenciado nessa transcrição, a discussão sobre as mudanças do estado físico da água partiu de um problema apresentado pelo professor. Ao longo dos turnos de fala, o professor apresenta a problemática de maneira a mediar os estudantes na busca por respostas. Essa mediação se dá a partir da apresentação de evidências e de questionamentos. Como evidências, podemos destacar que o professor chama atenção para as gotículas de água no topo da garrafa PET, além de mostrar que a garrafa PET sem planta também está com essas gotículas. Ao passo que apresenta as evidências, o professor retoma o questionamento central, o que é perceptível ao longo de todo o episódio de ensino transcrito, por meio das falas: “Que água é essa? De onde está vindo essa água?”, “Como é que a garrafa tá aqui em cima?”, “Eu não molhei a garrafa aqui onde tá molhado. Como é que essa água veio parar aqui?”.

Ao mostrar um terrário sem plantas o professor desestabiliza as ideias de um grupo de estudantes. O estudante E4, mesmo olhando para o terrário e ouvindo do professor que não há planta, repete “Não tem?”, como se não acreditasse nisso. Diante disso, eles não poderiam argumentar sobre a transpiração da planta como único motivo para a formação da umidade na parte superior da garrafa. Isso fez com que tivessem que buscar outra explicação para a formação da umidade.

A análise desse episódio de ensino nos indica que os estudantes se engajaram na busca por explicações, uma vez que eles participaram ativamente da discussão, se interessaram pela problemática e tiveram a oportunidade de analisar suas hipóteses para a resolução do problema. Consideramos que, ao serem desafiados a buscar explicações diferentes daquela que tinham anteriormente, eles apresentaram indícios de que se apropriaram de conceitos científicos. Isso fica evidenciado no fato de mais de metade deles conseguirem articular esses conceitos para responder a uma questão que não tratava diretamente da situação ocorrida em sala de aula.

Os dados apresentados na Tabela 8 indicam, ainda, que a alternativa “*pelos correntes de convecção formada em função do aquecimento da água gelada pelo meio ambiente*” foi a escolha de 25% dos estudantes. Em nenhum momento ao longo da sequência didática foi discutido o conceito de convecção com os estudantes. Em

consequência disso, acreditamos que, por conter um termo diferente, essa alternativa chamou a atenção de alguns deles, o que pode ter direcionado a opção que fizeram. Além disso, acreditamos que os estudantes que assinalaram essa opção podem ter feito alguma relação equivocada com o experimento de aquecimento da água. As demais alternativas apresentadas tiveram pouca adesão dos estudantes.

De acordo com Rodrigues (2009), questões de múltipla escolha devem conter alternativas igualmente atraentes e de possível interpretação dos estudantes. É possível que aqueles que não sabiam responder essa questão tenham optado por uma alternativa que apresentava um conceito também desconhecido para eles. Além do mais, essa era a alternativa mais longa, que pode ter se mostrado, em função disso, como a mais atraente para esse pequeno grupo.

A análise que fizemos dessa questão nos mostra que mais da metade dos participantes foi capaz de usar um conceito estudado durante a sequência didática em outro contexto, diferente do contexto usado em sala de aula. Considerando as ideias de Quadros *et al.* (2015), argumentamos que eles foram capazes de fazer abstrações, ou seja, o conhecimento construído em uma situação concreta foi articulado em outra situação, o que é extremamente necessário para aprender Química.

Por fim, foi apresentada aos estudantes uma questão sobre o mecanismo de funcionamento da panela de pressão. Nessa questão, o estudante deveria escolher uma das opções que explicasse o fato de os alimentos cozinharem mais rapidamente na panela de pressão. Era esperado que eles identificassem o rápido cozimento dos alimentos em função do aumento na temperatura de ebulição da água. Para isso, a opção indicada deveria ser aquela que afirma que a água passa a ferver acima de 100°C.

A Tabela 9 apresenta as possibilidades de respostas apresentadas aos estudantes quando esses foram questionados sobre a razão do alimento cozinhar mais rápido na panela de pressão, acompanhadas do número absoluto e da porcentagem de estudantes que optou por cada uma delas.

**Tabela 9** – Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão sobre o funcionamento da panela de pressão

Alternativa	Número de respostas	Porcentagem de respostas
A água passa a "ferver" acima de 100°C	21	31%
A água passa a "ferver" abaixo de 100°C	11	16%
A água passa a "ferver" a 100°C	18	26%
Não há mudança na temperatura de ebulição da água	5	7%
Sob pressão maior a temperatura de ebulição da água deve ser menor	13	19%

Para esta questão, podemos observar que os dados não foram tão promissores em termos de aprendizagem quanto as três questões anteriores. Podemos perceber que 21 estudantes (31%) assinalaram a resposta cientificamente correta. Ao comparar esse resultado com o das questões anteriores, percebe-se que o índice de acerto nessa questão foi mais baixo. Na questão sobre seres autótrofos e heterótrofos o índice de acerto foi de 50%; no item sobre a função do carvão no terrário, 68% dos estudantes optaram pela resposta correta; e na questão sobre as mudanças de estado físico, a taxa de acerto foi de 53%.

Ao analisar os episódios de ensino, percebemos que a discussão sobre o mecanismo de funcionamento da panela de pressão não se deu de maneira problematizada, o que nos parece ter sido determinante para o resultado obtido. A transcrição a seguir foi feita a partir da gravação do momento em que o ensino sobre o funcionamento da panela de pressão ocorreu.

**P:** *Então, quanto maior a pressão, maior a temperatura de ebulição. Isso aqui, olha, explica pra gente o funcionamento de uma coisa... Pressão... O quê que tem pressão na nossa casa?*

**Vários estudantes:** *Panela!*

**P:** *Panela de pressão. Não é? Panela de pressão que a gente usa para o quê?*

**E1:** *Pra cozinhar mais rápido.*

**P:** *Alimentos que são mais difíceis de cozinhar, a gente usa a panela de pressão. Então, a água na panela de pressão alcança uma temperatura maior ou menor do que 100 °C?*

**Vários estudantes:** *Menor.*

**P:** *Presta atenção aqui, pessoal (o professor aponta para o quadro/ lousa, onde há um esquema de uma panela de pressão). Comecei a aquecer uma panela de pressão... vamos pensar que eu estou em BH. Qual que é a temperatura que a água vai começar a ferver?*

**Vários estudantes:** *98°C.*

**P:** Isso. 98°C porque está acima do nível do mar, então é mais fácil, né? Então, a água vai começar a ferver, vai começar a sair muito vapor e aqui (na panela) vai começar a ficar com muito vapor, né? À medida que vai aumentando a quantidade de vapor aqui, o que que acontece?

**E2:** Aumenta a pressão.

**P:** Aumenta a pressão, não é? E se a pressão aqui tá aumentando, vai ficar mais fácil ou mais difícil pra água deixar de ser líquida e passar a ser gasosa?

**Vários estudantes:** Mais difícil.

**P:** A gente não falou que quanto maior a pressão exercida, quanto mais gás tiver aqui em cima, mais difícil é? Olha aqui o tanto de molécula de água no estado gasoso, então a força que essas moléculas estão fazendo na água líquida é muito alta. Consequentemente, para essa molécula que tá aqui na superfície do líquido ir para o estado gasoso ela tem que vencer essa força que o vapor tá fazendo aqui dentro. Se está ficando difícil pras moléculas irem pro estado gasoso, eu tenho que fornecer mais ou menos energia?

**Vários estudantes:** Mais energia.

**P:** Então a temperatura de ebulição da água dentro da panela de pressão vai ser maior ou menor do que os 98°C?

**Vários estudantes:** Maior.

**P:** Por que que na panela de pressão é mais fácil cozinhar o feijão?

**E3:** Por causa da pressão.

**E4:** Por causa da temperatura que é maior.

**P:** A pressão é maior e, se a pressão é maior, o que que vai acontecer com a temperatura de ebulição da água?

**Vários estudantes:** Vai aumentar.

**P:** E se a temperatura aumenta, o alimento cozinha mais rápido.

A transcrição anterior evidencia na primeira fala do professor que o tópico “funcionamento da panela de pressão” emergiu na sala como uma oportunidade de aplicar os conceitos científicos que haviam sido discutidos anteriormente. Nesse sentido, não houve problematização e, em consequência disso, a participação dos estudantes nessa aula foi consideravelmente menor. É possível que isso tenha refletido no baixo índice de acerto da questão que tratava sobre o funcionamento da panela de pressão.

Nesse momento da sequência didática, os estudantes não tiveram a oportunidade de pensar sobre o uso da panela de pressão no cotidiano (aspecto social) para que a partir dessa reflexão surgisse o questionamento sobre o funcionamento da panela de pressão (aspecto tecnológico), de modo que finalmente emergissem explicações acerca desse mecanismo (aspecto científico). Diante disso, a categoria “enxerto CTS” (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003) se faz útil para qualificar esse momento da sequência didática, uma vez que houve a inclusão de uma temática CTS apenas como exemplificação, ou como aplicação de conceitos científicos que já haviam sido

apresentados. Em consequência disso, acreditamos que a estratégia de ensino não atingiu de maneira significativa a maioria dos estudantes, o que acarretou pior índice de acerto na questão sobre a panela de pressão em relação às outras questões.

Em relação às três primeiras questões, acreditamos que a maioria dos estudantes tenha feito a opção pela resposta correta devido à oportunidade que eles tiveram durante as aulas de relacionar o contexto social (ou ambiental) com explicações fundamentadas por conceitos científicos. Diante disso, o processo de ensino nesses momentos se deu de maneira significativa para os estudantes, uma vez que os mesmos foram engajados a buscar na ciência a solução para problemáticas relacionadas com o mundo contemporâneo, conforme ressaltamos a seguir.

Durante a sequência didática houve uma reflexão inicial sobre a sobrevivência das plantas em um sistema fechado, sem a presença de animais (pelo menos não perceptível) e, também, sem a presença de seres humanos. Essa reflexão gerou algumas problematizações, como: “a planta vai sobreviver nesse sistema?” e “se, hipoteticamente, colocássemos um ser humano no lugar da planta, ele sobreviveria?”. Essas reflexões tendem a problematizar a relação de exploração dos seres humanos com a natureza.

Para responder aos questionamentos sobre a sobrevivência das plantas e, hipoteticamente, dos humanos no terrário, ao que nos parece foi despertado nos estudantes o interesse em compreender a função e as transformações de cada um dos materiais e substâncias presentes no terrário. Ao tentarem compreender a função de cada um dos materiais colocados no terrário, outras curiosidades foram surgindo, principalmente quando o terrário era entendido como um modelo do que acontece na natureza.

Finalmente, visando alcançar essa compreensão, os estudantes deveriam lidar com conceitos científicos, como: autotrofismo, heterotrofismo, adsorção, evaporação, condensação, fotossíntese, respiração, entre outros. Uma vez que os estudantes compreendessem esses conceitos, eles poderiam entender a função dos materiais do terrário e as transformações que lá ocorriam e, por fim, poderiam articular esses conhecimentos para que se posicionassem diante das questões inicialmente apresentadas pelo professor.

Diante dessa análise, podemos afirmar que os conceitos estavam subordinados ao tema. Em outras palavras, os conceitos científicos emergiram para que se fosse possível compreender melhor a temática. Essa dinâmica de ensino está de acordo com o que Aikenhead (1994) propõe para o ensino CTS. Para o autor, os conceitos científicos devem emergir a partir de problematizações relacionadas aos ambientes social e tecnológico dos estudantes.

Ao analisarmos a abordagem de ensino descrita nos parágrafos anteriores, acreditamos que ela corresponde à categoria 5 proposta por Ainkenhead (1994): ciências por meio do conteúdo de CTS. Nessa abordagem, o tema CTS organiza o conteúdo científico e sua sequência; e o conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo tema CTS. Já em relação aos pressupostos de Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), essa abordagem de ensino se enquadra na categoria “a ciência vista por meio de CTS”. Em outras palavras, há um tema CTS que potencializa o surgimento de conceitos científicos e tecnológicos, visando a resolução de um problema de cunho social, ambiental ou profissional (Bazzo, Linsingen e Pereira, 2003).

Nossos resultados estão de acordo com o que Waks (1990) defende sobre o ensino nessa perspectiva. Para o autor, essa abordagem pode promover e facilitar a aprendizagem de conceitos científicos, além de aproximar o conhecimento produzido no espaço escolar ao exercício da cidadania. Para isso, identificamos duas ferramentas que se mostraram de grande valia no processo de aprendizagem: a problematização e o uso de evidências para sustentar hipóteses. Acreditamos que esses fatores foram fundamentais para que os estudantes fossem capazes de articular ideias dos campos científico, tecnológico e social, visando a proposição de soluções para as problemáticas propostas pelo professor ao longo das aulas e para que muitos deles fossem capazes de responder corretamente as questões de múltipla escolha que lhes foram apresentadas.

Acreditamos que a escolha pela perspectiva CTS como abordagem de ensino, aliada à problematização e ao uso de evidências, é coerente com o perfil dos estudantes que vivenciaram a sequência didática. Os estudantes da modalidade EJA, de uma maneira geral, apresentam maior dificuldade para se apropriar de conceitos científicos. Muitos deles já chegam à escola com concepções bem estabelecidas acerca do mundo

e apresentam resistência em enxergar os fenômenos a partir de outra ótica que não seja a deles (SÁ et al, 2011).

Nesse sentido, a problematização inicial e o uso de evidências podem ser úteis para estruturar um conceito ou para desestabilizar algumas concepções alternativas internalizadas pelos estudantes, engajando-os na busca por novas explicações. Esse engajamento pode ser ainda maior se o tema de investigação estiver relacionado à vida desses estudantes. Portanto, para os estudantes de EJA, que possuem maior experiência de vida quando comparados à média de estudantes do Ensino Médio, a sequência didática CTS se mostrou potencializadora no que se refere à apropriação de conceitos científicos, uma vez que aproximou o conhecimento científico das experiências concretas dos estudantes.

Ademais, considerando que a terceira questão proposta – de condensação da água na parte externa de um copo com baixa temperatura – foi respondida adequadamente por mais de metade dos estudantes e que essa questão aborda um contexto diferente do que foi usado em sala de aula, podemos inferir que os estudantes se apropriaram do conceito científico envolvido, uma vez que muitos deles foram capazes de aplicá-lo em um contexto diferente do vivenciado em sala de aula. Baseados em Kemp (2002), argumentamos que a dimensão conceitual do LC está relacionada à capacidade de domínio e aplicação dos conceitos científicos e, no caso dessa questão, observamos que boa parte dos estudantes demonstrou ser capaz de articular um mesmo conceito científico em diferentes contextos.

Kemp (2002) propõe que, além da dimensão conceitual, o LC também é constituído pelas dimensões procedimental e afetiva. Consideramos que os estudantes que vivenciaram a sequência didática na perspectiva CTS também caminharam em direção ao desenvolvimento dessas outras dimensões. Conforme apresentado de maneira mais consistente na seção seguinte, além do domínio dos conceitos científicos, os estudantes demonstraram a habilidade de articulá-los em contextos sociais (dimensão procedimental do LC). Ademais, a maioria dos estudantes demonstrou interesse e engajamento em aprender sobre ciências ao longo de toda a sequência didática (dimensão afetiva do LC).



Diante disso, nossos resultados estão em consonância com as pesquisas encontradas na revisão da literatura que apontam ensino de Ciências com abordagem CTS como um potencializador da aprendizagem de conceitos científicos (a saber, HAVU-NUUTINEN et al., 2011; KING, WINNER; GINNS, 2011; KING; RITCHIE, 2013; ULUSOY; ONEN, 2014; UMMELS et al., 2015; UMOREN, 2007; KING; BELLOCCHI; RITCHIE, 2008; BROMAN et al., 2015; RODRIGUES; QUADROS; BOTELHO, 2015; MAGALHÃES; CASTRO, 2015; CARVALHO, MOREIRA; JÚNIOR, 2015; DORVILLÉ; TEIXEIRA, 2015; CARDOSO et al., 2015). Sustentamos essa afirmação na evidência de que os estudantes analisados nesta pesquisa, no que se refere ao domínio e aplicação de conceitos científicos, obtiveram melhor resultado quando vivenciaram o ensino CTS do que quando vivenciaram o ensino tradicional.

### 3.2. Análise das produções textuais

Conforme relatado anteriormente, a escrita dos textos se deu em dois momentos: ao início e ao final da sequência didática CTS. Nos dois casos a temática da produção foi definida pelo professor, que orientou os alunos a escrever um texto sobre a temática “Água”. Os estudantes foram orientados a escrever o que sabiam sobre o tema, levando em consideração o conhecimento escolar e extraescolar.

Considerando as duas turmas em que a sequência didática foi desenvolvida, 33 estudantes entregaram as produções textuais inicial e final. Diante disso, foram lidos 66 textos (33 iniciais e 33 finais). A análise dos textos buscou identificar a natureza do conteúdo que foi utilizado para fundamentar os textos dos estudantes, antes e depois da sequência didática.

Essa leitura inicial possibilitou a categorização dos textos em três grupos de acordo com a natureza do conteúdo do texto: (1) conteúdo de natureza cotidiana; (2) conteúdo científico sem vínculo com questões socioambientais; (3) conteúdos socioambiental e científico articulados. A seguir, explicamos e exemplificamos cada uma dessas categoriais.

A categoria 1 se refere aos textos em que os estudantes não apresentaram qualquer argumento ou conteúdo científico na estruturação do texto sobre a temática água. Nesses casos, os estudantes somente apresentam questões práticas (do cotidiano) ou aspectos ambientais vinculados à temática “Água”. A seguir são apresentados alguns fragmentos de texto que exemplificam as produções textuais que foram enquadradas na categoria 1.

*Nosso corpo é, em sua maior parte, constituído de água. Necessitamos dela para banharmos e cozinharmos os alimentos que devemos ingerir. Ela é essencial nos afazeres domésticos, no cultivo dos alimentos e é essencial para a nossa existência.*  
(Produção textual inicial de E8)

*Sabemos que é uma fonte inesgotável para os seres vivos. Os problemas relacionados à água são: falta de chuva, poluição do rio, aumento do consumo e da poluição e dos governantes tomarem a consciência de aumentar a capacidade dos reservatórios.*  
(Produção textual inicial de E9)

A partir da análise da produção inicial dos estudantes 8 e 9 é possível perceber que eles vincularam a temática “Água” a questões práticas, do uso cotidiano. Alguns textos enquadrados nessa categoria também levaram em consideração aspectos socioambientais, como o desperdício doméstico e a poluição de recursos hídricos. Esses estudantes não apresentaram qualquer conceito científico ao produzir um texto com a temática “Água”. Acreditamos que as vivências extraescolares dos estudantes foram fundamentais para a produção do texto inicial, uma vez que o conteúdo apresentado por eles está diretamente relacionado às vivências cotidianas e às campanhas divulgadas na mídia sobre a economia de água.

A categoria 2 engloba as produções textuais que consideram a dimensão científica, mas não são capazes de articulá-las às questões sociais, evidenciando que o estudante não utilizou a ciência como ferramenta de compreensão e/ou modificação de um problema social. Nesses casos, a ciência pode ter surgido por se tratar de uma produção feita em um ambiente escolar, o que, para alguns estudantes, sugere o uso da ciência mesmo que de maneira inadequada ou desvinculada de questões sociais. As transcrições textuais a seguir representam fragmentos de textos que foram enquadrados nessa categoria.

*A água muda de estado físico na natureza. Ela evapora, condensa e precipita. Além disso, a água é responsável por 70% da formação do nosso corpo, sendo muito importante para a humanidade. (Produção textual final de E22)*

*A água é essencial para nossas vidas. Ela pode ser encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Um ser humano não consegue viver sem o consumo da água por mais de três dias. (Produção textual inicial de E26)*

A análise dos fragmentos anteriores revela que os estudantes E22 e E26 fizeram o uso de conceitos científicos relacionados aos estados físicos da matéria. Entretanto, esses conceitos não foram articulados a nenhuma questão social e, portanto, os estudantes não demonstraram a habilidade de estabelecer relações entre esses conceitos científicos com questões socioambientais de interesse da sociedade contemporânea.

Por fim, a categoria 3 engloba os textos em que os estudantes utilizaram aspectos da ciência para tratar de questões socioambientais. Nesses casos, o conhecimento científico foi articulado aos conhecimentos socioambientais de forma a sustentar as ideias defendidas pelos estudantes. Os textos que se enquadram nessa categoria evidenciam que os estudantes que os escreveram utilizam aspectos da ciência para ampliar a concepção sobre questões contemporâneas, como as envolvidas na temática “Água”.

Consideramos que os estudantes que escreveram textos que se enquadram nessa categoria alcançaram um dos objetivos do ensino de Ciências na perspectiva CTS, uma vez que o ensino CTS visa a formação de cidadãos mais críticos, capazes de articular os domínios da ciência, da tecnologia, da sociedade, capacitando-os para as tomadas de decisão requeridas na atualidade (SANTOS, 2007a). Os fragmentos de texto a seguir exemplificam as produções textuais que foram enquadradas na categoria 3.

*Não nos preocupamos em regar a planta do terrário por causa do ciclo da água que ia evaporar, mas ia voltar pro estado líquido, regando a planta. No nosso cotidiano, a água é poluída de forma que muitas vezes não é tratada e com isso, mesmo ocorrendo o ciclo natural da água, a mesma pode deixar de ser potável. (Produção textual final de E5)*

*No terrário, acontece o ciclo da água. A água que está na terra evapora, se acumula na parte mais alta da garrafa, condensa e precipita, caindo na terra e iniciando um novo ciclo. No planeta, isso também acontece. A falta da água é uma preocupação porque fazemos mau uso dela, além de desperdiçarmos em nossos afazeres domésticos, compramos várias coisas sem necessidade, fazendo com que as grandes indústrias precisem produzir mais, as mesmas indústrias que utilizam água na maioria dos processos de produção, em alguns casos, jogando seus rejeitos nos rios e poluindo nossa água. (Produção textual final de E8).*

Tanto na produção de textual de E5, quanto na de E8, fica claro que há o entendimento da ocorrência do ciclo da água no terrário e que o mesmo ocorre de maneira semelhante no planeta. Além disso, os alunos articulam esse conhecimento científico a aspectos socioambientais, como o uso inadequado da água e o consumismo, reconhecendo que existem ações antrópicas que podem diminuir a quantidade de água

potável disponível no planeta, mesmo ocorrendo o ciclo natural. Dessa maneira, o conhecimento científico foi articulado às questões socioambientais, ou seja, serviu como ferramenta de compreensão e de intervenção do mundo social das estudantes.

Com base nessas categorias, realizamos a releitura das 66 produções dos estudantes (33 iniciais e 33 finais). Nesse momento, nossa intenção foi de classificá-las em uma das três categorias descritas anteriormente. O Quadro 12 apresenta as categorias dos textos inicial e final de cada um dos 33 estudantes que entregaram os dois textos.

**Quadro 12 – Categorização dos textos inicial e final por estudante**

Estudante	Categoria do texto inicial			Categoria do texto final		
	1	2	3	1	2	3
E1	x					x
E2		x				x
E3		x				x
E4	x					x
E5	x					x
E6	x					x
E7	x					x
E8	x					x
E9	x					x
E10	x				x	
E11		x			x	
E12	x					x
E13	x				x	
E14	x				x	
E15	x			x		
E16	x					x
E17	x					x
E18	x					x
E19	x					x
E20	x			x		
E21		x				x
E22	x				x	
E23	x				x	
E24	x				x	
E25		x			x	
E26		x			x	
E27	x				x	
E28	x					x
E29	x				x	
E30	x					x
E31	x					x
E32	x					x
E33	x					x
Total	27 (82%)	6 (18%)	0	2 (6%)	11 (33%)	20 (61%)

Observando o Quadro 12 é possível perceber que 82% dos estudantes utilizou somente a dimensão cotidiana para fundamentar o texto inicial e 18% deles utilizaram alguns conceitos científicos, embora não os tenham articulado com questões de interesse da sociedade. Na produção textual que precedeu a sequência didática CTS, nenhum dos estudantes utilizou conceitos científicos de maneira articulada a uma questão social para estruturar o texto.

Após a vivência na sequência didática CTS, 61% dos estudantes demonstraram, por meio do conteúdo apresentado no texto final, a capacidade de articular os conceitos científicos que emergiram durante a sequência didática para fundamentar o texto com a temática Água, conforme evidenciado no Quadro 12. Esses estudantes demonstraram utilizar a ciência como ferramenta de compreensão e, em alguns casos, modificação do mundo. Ademais, 33% dos estudantes que tiveram os textos analisados apresentou algum conteúdo científico no texto final, mas não houve correlação direta com o cotidiano ou com uma problemática da sociedade. Somente 6% dos estudantes que tiveram os textos analisados não utilizou qualquer conteúdo científico no texto final.

Diante desses dados, podemos afirmar que os estudantes apresentaram indícios de que evoluíram no que se refere ao uso da ciência como ferramenta de compreensão do mundo, ou seja, há indícios do desenvolvimento do LC. Com o objetivo de sustentar essa afirmação, analisamos os fragmentos dos textos escritos por cada estudante, antes e depois da vivência na sequência didática.

Nossa análise buscou compreender o conteúdo do texto de cada estudante. Além disso, procuramos elementos que nos indicassem a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes e a capacidade de articular esses conceitos em um contexto de cunho social. No Apêndice A apresentamos os fragmentos representativos dos textos iniciais e finais de todos os estudantes e, a seguir, apresentamos alguns desses fragmentos e suas análises com o objetivo de sustentar nosso argumento de que os estudantes indicam ter desenvolvido o LC.

Considerando esse objetivo, analisamos as produções inicial e final de E8, que apresentou, no primeiro texto, conteúdo de natureza cotidiana, se limitando a utilizar

frases que chamamos de “clichê” e, no segundo texto, uma argumentação mais consistente, conforme explicitado nos fragmentos de texto a seguir.

*Nosso corpo é, em sua maior parte, constituído de água. Necessitamos dela para banharmos e cozinharmos os alimentos que devemos ingerir. Ela é essencial nos afazeres domésticos, no cultivo dos alimentos e é essencial para a nossa existência. (Produção textual inicial de E8)*

*No terrário, acontece o ciclo da água. A água que está na terra evapora, se acumula na parte mais alta da garrafa, condensa e precipita, caindo na terra e iniciando um novo ciclo. No planeta, isso também acontece. A falta da água é uma preocupação porque fazemos mau uso dela. Além de desperdiçarmos em nossos afazeres domésticos, compramos várias coisas sem necessidade, fazendo com que as grandes indústrias precisem produzir mais, as mesmas indústrias que utilizam água na maioria dos processos de produção, em alguns casos, jogando seus rejeitos nos rios e poluindo nossa água. (Produção textual final de E8).*

Podemos perceber, no texto inicial, que E8 não aparenta ser dotada de criticidade, dando a impressão de que reproduz ideias que circulam na sociedade. Parece que sua atenção está mais voltada para o fator “utilidade” e, nesse sentido, ela deixa implícita a necessidade de preservar a água. Após participar do conjunto de aulas temáticas, a estudante aparenta ter complexificado seu pensamento. Primeiro, por indicar conhecer o ciclo da água, que contrapõe a ideia inicial de finitude desse recurso. Em seguida, por reconhecer que a preocupação com a falta de água está relacionada não só ao uso doméstico, mas também ao consumo de produtos em excesso. Dessa maneira, além de estabelecer relações com o campo social (consumismo), E8 também articulou o conhecimento tecnológico sobre o processo de produção de artefatos, demonstrando conhecer que a quantidade de água gasta no processo de produção de alguns bens de consumo é muito grande.

A estudante 32 (E32) apresentou ideias que se assemelham ao que a E8 escreveu. No texto inicial, ela se baseou em atividades cotidianas em que faz o uso da água, ressaltando a importância desse recurso na sociedade. No texto final, a estudante demonstrou compreender o ciclo da água e que, por causa dele, o “problema não é bem a falta da água e sim a quantidade que podemos consumir”.

*Eu utilizo a água para tomar banho, lavar roupa, escovar os dentes, lavar o quintal, limpar casa. Estamos tão habituados a presença da água que só damos conta da sua importância quando ela nos faz falta. (Produção textual inicial de E32)*

*A água vira gás, depois condensa e precipita, isso é o ciclo da água. Por isso, o problema não é bem a falta da água e sim a quantidade de água que podemos consumir, pois com tantas indústrias poluindo o meio ambiente e com o consumismo da população, o consumo da água é maior e muitas vezes ela fica poluída. (Produção textual final de E32)*

No texto inicial, E32 traz a ideia de água como um bem de consumo doméstico, para lavar, limpar, entre outras utilidades. Tanto que ela afirma só se dar conta da importância desse bem quando ele falta. Portanto, a sua escrita, nesse texto, está diretamente vinculada ao uso que faz desse recurso. Após ter estudado o ciclo da água, a estudante demonstra saber que a água do mundo não corre o risco de acabar, pela sua capacidade cíclica. O que passa a ser considerado por ela é a quantidade de água própria para o consumo.

No segundo texto, E32 se referiu novamente ao consumo de água, só que incorporou a produção industrial e o consequente gasto de água na fabricação de outros bens e, ainda, a poluição de recursos hídricos. Embora isso não fique claro no fragmento transcrito, acreditamos que a estudante pode ter desenvolvido uma capacidade crítica que lhe permitiu readequar a sua postura cotidiana para contribuir com uma questão de extrema relevância para a sociedade. Portanto, a articulação do conhecimento científico a questões socioambientais é um forte indício de que a estudante desenvolveu o LC e se encaminha em direção a uma formação para o exercício da cidadania.

A estudante 1 (E1) é outro exemplo escolhido, por apresentar indícios de ter desenvolvido um ponto de vista mais crítico em relação a temática “Água”. Mais uma vez, o texto inicial é permeado por ideias relacionadas a aspectos práticos, do uso cotidiano da água, enquanto o texto final evidencia articular o conhecimento científico e tecnológico à questão social de preservação da água.



*Usamos a água para tomar banho, para cozinhar, para beber, para lavar, são várias as utilidades da água. Vamos valorizar este líquido e sabendo usar não vai faltar.* (Produção textual inicial de E1)

*A água do terrário está sempre mudando de estado físico e se reciclando. No planeta isso também acontece, mas as indústrias utilizam muita água em suas produções e poucas têm método de reaproveitamento total da água. O gasto é exorbitante comparado ao nosso consumo diário.* (Produção textual final de E1)

Na produção textual final, E1 – assim como o fizeram E8 e E32 – fez alusão à principal atividade desenvolvida ao longo da sequência didática: a construção e observação de um terrário. Esse fato reflete que a observação do terrário foi significativa para esses estudantes, o que pode ter contribuído para que eles se apropriassem dos conceitos científicos relacionados ao tema. Temos nesse fato uma evidência do que é defendido por Quadros (2016b) de que os conceitos científicos utilizados para explicar uma situação do cotidiano são mais significativos para os estudantes.

Ademais, E1 demonstrou, por meio de sua produção escrita, que é capaz de relacionar os conceitos científicos trabalhados em sala de aula com um contexto socioambiental, uma vez que reconhece que o ciclo da água observado no terrário ocorre de maneira semelhante no planeta. Por fim, E1 articulou essas duas dimensões (cotidiana/ social e científica) à dimensão tecnológica. Ao afirmar que o gasto de água nas indústrias é exorbitante comparado ao nosso consumo diário, E1 demonstrou conhecer sobre os processos de produção de artefatos industriais e o gasto de água nesses processos (aspecto tecnológico).

Assim como E1, o estudante 6 (E6) demonstrou a apropriação de conceitos que emergiram em sala de aula durante a sequência didática. Enquanto no texto inicial E6 destaca aplicações e preocupações ambientais relacionadas à água, no texto final o estudante indica ter incorporado a dimensão científica em seu discurso.

*A água tem inúmeras utilidades, a usamos para beber tomar banho, cozinhar, etc. Ela também serve como meio de transporte sendo muito importante para a sociedade. Existem muitos problemas relacionados a água, tais como poluição e escassez de água em algumas regiões.* (Produção textual inicial de E6)

*A água que colocamos antes de fechar o terrário faz um ciclo, passando do estado líquido pro gasoso, condensando (passando do gasoso pro líquido) e precipitando e voltando pra terra. No planeta, a humanidade desvia parte da água potável para realizar suas atividades econômicas, poluindo uma grande quantidade de água. (Produção textual final de E6)*

Mais uma vez a construção do terrário parece ter sido fundamental para a compreensão e aplicação dos conhecimentos científicos relacionados à mudança de estado físico, visto que E6 relacionou esses conceitos com o que foi observado no terrário. A produção final de E6 apresenta aspectos científicos, além de questões sociais e ambientais. Para além dessas questões, o texto ainda apresenta a dimensão econômica por trás da exploração de recursos hídricos. Nesse sentido, E6 demonstrou a capacidade de articular diversas formas de conhecimento, inclusive a Ciência, para se posicionar em uma questão da contemporaneidade.

Da mesma maneira que E6, o estudante 31 (E31) apresentou sua produção final de maneira mais fundamentada do que a inicial, tanto no que se refere ao conteúdo científico, quanto ao conteúdo socioambiental. A produção inicial do estudante revela uma preocupação com a preservação da água, mas não há nenhuma proposta de intervenção para este fim. Já na produção final, além de incorporar aspectos científicos, E31 os articula ao contexto social e se posiciona de maneira mais propositiva no que se refere à conservação da água.

*A água é fonte de vida. Não importa quem somos, ou o que fazemos, onde vivemos, mas dependemos dela para viver. No entanto, por mais que a água seja importante, as pessoas continuam poluindo os rios e destruindo as nascentes. (Produção textual inicial de E31)*

*A água vai passando pelo processo de evaporação, condensação e precipitação, mas usamos muito mais do que precisamos, compramos muitos produtos e muitas indústrias poluem a água que utilizam. Por isso, a água potável pode faltar, por mais que ocorra o ciclo. (Produção textual final de E31)*

Com base no fragmento inicial, percebemos que E31 trata do tema de maneira genérica e, aparentemente, se distancia dos problemas relacionados à água ao afirmar que “**as pessoas** continuam poluindo os rios e destruindo as nascentes”. Nessa fala, podemos perceber que E31 não considera que faz parte da problemática relacionada à

água e nem aparenta considerar que pode atuar para a preservação da Água, uma vez que os problemas estão relacionados a outras pessoas.

Em contrapartida, no fragmento do texto produzido ao final da sequência didática CTS, o discurso do estudante nos permite interpretar que o mesmo se inseriu na problemática proposta. Essa conclusão surge a partir do tempo verbal que o estudante usa ao se referir à temática. Podemos perceber que o E31 usa verbos flexionados na primeira pessoa do plural para se expressar sobre os problemas relacionados à água: “**usamos** muito mais do que **precisamos, compramos** muitos produtos”. Nesse sentido, o estudante evidencia ter feito uma leitura mais crítica da realidade, uma vez que, na produção final, apresentou argumentos mais consistentes e específicos sobre o uso e a conservação da água do que na produção inicial. E, mais do que isso, o estudante demonstrou elementos que indicam um sentimento de pertencimento a um tema de valor social discutido no espaço escolar.

Essas evidências são de grande relevância para nosso estudo, uma vez que indicam que a sequência didática CTS desenvolvida em sala de aula foi significativa para os estudantes, uma vez que possibilitou a aproximação do conhecimento escolar/científico a questões de grande valor na sociedade, em consonância do que é defendido por Auler (2007). Mais importante ainda, é perceber que alguns dos estudantes passaram a se sentir parte ativa dessas questões após vivenciarem a sequência didática CTS. Esse movimento indica ter capacitado o E31, assim como E3, E20, E23, E26 e E29 (que também alteraram o tempo verbal da terceira pessoa no texto inicial para a primeira pessoa no texto final) e outros estudantes a se posicionar e tomar decisões mais embasadas sobre a temática discutida, conforme evidenciado pelas transcrições dos fragmentos de texto apresentados anteriormente, bem como por outros fragmentos não destacados aqui, mas apresentados no Apêndice A.

A comparação entre as produções textuais inicial e final de E17 também revela que o estudante caminhou em direção ao desenvolvimento do LC. Na produção inicial, que precedeu a sequência didática CTS, o estudante dissertou sobre questões ambientais, citando os lugares onde há disponibilidade de água e ressaltando sobre a importância desse recurso para o planeta. Mais uma vez, não identificamos conceitos científicos na produção inicial do estudante analisado. Entretanto, ao final da sequência

didática, o estudante incorporou alguns conceitos científicos em sua produção, conforme apresentado no fragmento do texto final a seguir.

*Podemos encontrar água no subsolo da terra, em rios e lagos ou no mar. A água é fundamental para a vida no planeta. Ela alimenta tudo o que tem vida. E, além disso, precisamos dela para higienizarmos e o ambiente que vivemos. (Produção textual inicial de E17)*

*Quando a terra está umedecida, esta água irá se evaporar e se condensará, formando gotículas. Logo, essas gotículas de água se precipitam caindo pela terra. Em alguns casos, mesmo a água retornando, a poluição e o desperdício são irreparáveis. (Produção textual final de E17)*

O olhar para a produção final de E17 nos permite perceber que esse estudante se apropriou de alguns conceitos científicos a partir da participação nas atividades propostas na sequência didática temática. No fragmento selecionado aparece a relação que o estudante fez entre as mudanças de estado físico e as observações feitas no terrário. O estudante demonstrou compreender que o ciclo da água observado no terrário também pode ser observado no planeta, quando destacou que, mesmo a água passando por um ciclo, a poluição e o desperdício desse recurso podem causar danos irreparáveis. Nesse sentido, por mais que o estudante não tenha aprofundado seu argumento final, ele explicitou que ações antrópicas (de poluição e desperdício) podem causar alterações no ciclo da água, o que evidencia ter evoluído em relação à produção inicial.

Alguns estudantes (33%) incorporaram conteúdo científico na produção textual final, mas não relacionaram esse conteúdo com a dimensão social ou ambiental. Para esses estudantes, a vivência na sequência didática parece ter sido útil para a aprendizagem de alguns conceitos científicos, entretanto os mesmos não demonstraram a capacidade de articular esses conceitos para o exercício da cidadania.

As produções inicial e final do E24 permitem concluir que esse estudante se enquadra na situação descrita no parágrafo anterior. Antes de vivenciar a sequência didática, E24 não apresentava algum conteúdo científico. Contudo, na produção final, após vivenciar a sequência didática CTS, o estudante expressou os conceitos científicos relacionados ao ciclo da água.

*Água um bem necessário a todos e a tudo, para beber, para higiene do nosso corpo, para a limpeza da nossa casa, para lavar roupas e vasilhas. Água para a natureza manter a vida, as plantas, os bichos e animais. (Produção textual inicial de E24)*

*No mundo acontece o ciclo da água. A água evapora, condensa, precipita e depois acontece tudo de novo. Deveria ter um trabalho de conscientização no consumo de água e meios para diminuir o gasto de água. (Produção textual final de E24)*

Conforme observado na transcrição anterior, o estudante evidencia ter se apropriado de alguns conceitos científicos, o que não aconteceu ao início da sequência didática. Contudo, os conceitos científicos não parecem ter instrumentalizado o estudante a se posicionar de maneira mais crítica na temática “Água”, uma vez que o mesmo não os articulou para a proposição de soluções, nem para potencializar a compreensão de questões socioambientais, como a falta de água. No caso desse estudante, os conceitos científicos foram apresentados de maneira fragmentada, desvinculada da problemática social.

Mesmo considerando que alguns estudantes não foram capazes de articular os conceitos científicos a uma questão social, a comparação entre as categorias dos textos iniciais com as dos textos finais nos indica que certamente houve avanço no que se refere à apropriação de conceitos científicos, conforme evidenciado pelas transcrições anteriores e pelas demais presentes no Apêndice A. Inicialmente, somente 18% dos estudantes usaram conceitos científicos em seu texto, sendo que nenhum deles relacionou esses conceitos com questões sociais. Ao fim da sequência didática CTS, 94% dos estudantes fizeram uso de conceitos científicos para falar da mesma temática – sendo que 61% articulou os conceitos científicos a problemáticas sociais e 33% fez uso desses conceitos de maneira desarticulada do mundo social.

Portanto, ao analisar as produções dos estudantes, é possível inferir que o ensino CTS apresenta indícios de que foi eficaz para que os estudantes incorporassem a dimensão científica nos seus argumentos. O conhecimento científico associado às dimensões sociais e, em alguns casos, tecnológicas, permitiu que a maioria dos estudantes construíssem argumentos mais consistentes em relação à temática “Água”,

com potencial para reverberar em intervenções na própria realidade e no exercício da cidadania. Por exemplo, a percepção de que a quantidade de água consumida nas indústrias é muito grande e que isso, de alguma forma, interfere no ciclo da água e na quantidade de água disponível para o consumo, pode fazer com que os estudantes tenham uma postura mais reflexiva ao consumir bens duráveis e não duráveis no dia a dia.

Nesse sentido, acreditamos que a sequência didática CTS cumpriu seu objetivo de contribuir para a formação cidadã dos alunos, por meio da articulação de aspectos da ciência, tecnologia e sociedade. Conforme ressaltado, essa articulação pode contribuir para que os estudantes utilizem o conhecimento científico no exercício da cidadania, de maneira a fazer bom uso da água nas práticas cotidianas e consumir produtos de maneira consciente. Tal ideia está em consonância com a interpretação de Auler (2007) para o ensino CTS. Auler defende que para uma leitura crítica do mundo é requerida uma compreensão das articulações entre CTS e que essas articulações potencializam ações para a transformação da realidade, conforme defendido pelos pressupostos da educação libertadora de Paulo Freire (AULER, 2007).

A análise dos fragmentos textuais nos permitiu inferir que muitos estudantes caminharam no sentido de superar a cultura do silêncio, compreendendo a realidade e se colocando como sujeitos ativos do contexto em que estão inseridos, com capacidade de transformar a realidade e não apenas como objetos passivos, conformados e adaptados em relação à realidade (FREIRE, 2011). Essa percepção pode ser evidenciada, por exemplo, pelo discurso de E31, que no texto inicial não aparenta se considerar como integrante do contexto da temática e, portanto, não se mostra capaz de intervir no problema da falta ou do mau uso da água. No texto final, após vivenciar a sequência didática CTS, o mesmo estudante indica se reconhecer como parte integrante de questões relacionadas à água, apontando causas concretas que originam problemas ligados a falta desse recurso, o que pode gerar o potencial para intervir nessas causas e caminhar no sentido de resolver ou pelo menos amenizar tais problemas.

Argumentamos que houve contribuições da sequência didática CTS para o LC dos estudantes, uma vez que os mesmos estruturaram os textos iniciais utilizando basicamente conhecimentos cotidianos e quando fizeram o uso de conceitos científicos,

os mesmos estavam desvinculados das problemáticas sociais apontadas pelos estudantes. Em consequência desse resultado, consideramos que os estudantes, antes de vivenciarem a sequência didática, demonstraram baixo índice de LC em relação à temática “Água”.

Já na produção final, os mesmos estudantes demonstraram, de uma maneira geral, o domínio de alguns conceitos científicos e foram capazes de aplicá-los em contextos relacionados com o cotidiano. Segundo Kemp (2002), essas habilidades constituem a dimensão conceitual do LC. Além disso, acreditamos que essas habilidades se relacionam com dois dos três eixos estruturadores da Alfabetização Científica propostos por Carvalho e Sasseron (2008): compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; e entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Diante dessa concepção, reiteramos a nossa percepção de que a sequência didática CTS desenvolvida com os estudantes da EJA contribuiu para o desenvolvimento do LC dos mesmos.

Para Santos (2007a), o LC pode ser compreendido como a capacidade ou a habilidade de um indivíduo de articular conhecimentos científicos para tomar decisões de forma crítica no cotidiano, bem como para participar de discussões da sociedade contemporânea, de maneira a contribuir para a construção de debates nas esferas social, econômica, política, artística, entre outras. Embora não tenhamos colocado os estudantes em uma situação a qual eles tivessem que tomar decisões, percebemos alguns indícios bastante fortes de que eles se mostraram capazes de articular diversas formas de conhecimento, o que nos leva a pensar que eles estão mais preparados para participar de discussões envolvendo a temática “Água”.

Portanto, de acordo com as transcrições e análises apresentadas, bem como com os pressupostos de Santos (2008), Auler (2007), Carvalho e Sasseron (2008) e Kemp (2002), reforçamos a nossa afirmação de que o ensino CTS pode contribuir para o desenvolvimento do LC dos estudantes. O resultado das produções dos estudantes, tanto nas questões fechadas quanto nos textos escritos, forneceu evidências de que o ensino a partir de temas CTS de interesse dos estudantes e da sociedade contribuiu

para o desenvolvimento do LC dos estudantes, desde que tenha sido preparado para que os conceitos científicos emerjam para explicar o contexto.

Reconhecemos que o LC é constituído por outros elementos, para além daqueles que analisamos neste trabalho, como o entendimento sobre a natureza da ciência. Entretanto, existem publicações de trabalhos com resultados consensuais e que credenciam a perspectiva CTS como uma abordagem de ensino adequada para o desenvolvimento de uma concepção coerente sobre a produção de conhecimento científico. Portanto, conforme explicitamos na introdução deste trabalho, nos empenhamos em estudar elementos do LC sobre os quais a literatura ainda não parece fornecer conhecimento suficiente (por exemplo, o domínio de conceitos científicos).

Nesse sentido, argumentamos que o ensino CTS contribui não só para que os estudantes aprendam conceitos científicos, mas também para que eles os articulem em contextos de relevância social, como foi o caso da temática “Água”. Portanto, acompanhamos Aikenhead (2005) e sugerimos que a abordagem CTS ocupe um espaço mais dominante na educação científica, por acreditar e perceber que essa perspectiva tem grande potencial para a formação científica e cidadã dos estudantes.



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM CTS PARA OS ESTUDANTES**

A proposição deste trabalho se deu a partir da percepção de que a literatura da área de ensino de Ciências não apresenta investigações com resultados consensuais no que se refere à potencialidade da abordagem CTS para oportunizar a aprendizagem de conceitos científicos. Além disso, acreditávamos que a aprendizagem desses conceitos deveria estar vinculada à compreensão da realidade do educando, para que a ciência se constitua como uma das maneiras de ver, interpretar e modificar o mundo que cerca o estudante, dentro e fora da escola.

Encontramos na literatura que esses elementos – domínio de conceitos científicos e a capacidade de aplicá-los em contextos de relevância social – estão compreendidos, para muitos autores, na concepção de letramento científico. Portanto, ao pesquisar sobre a contribuição do ensino CTS para o desenvolvimento de tais elementos, pesquisamos, conseqüentemente, sobre a potencialidade dessa abordagem para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes em uma visão crítica e não apenas conceitual. Daí surgiu o título de nosso trabalho: “A contribuição do ensino de Ciências com enfoque CTS para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes”.

Nesta seção, apresentamos respostas para os questionamentos que nos levaram a desenvolver essa pesquisa e a construir esse relatório, na forma de dissertação. As questões principais foram: “*Quais as contribuições do ensino de Ciências com abordagem CTS para a apropriação de conhecimentos científicos pelos estudantes?*” e “*Quais as contribuições do ensino de Ciências promovido a partir de temas CTS para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes?*”.

Para responder essas questões de caráter amplo, foi necessário responder alguns questionamentos mais específicos. Por isso, surgiram cinco desdobramentos das duas questões principais. A seguir, nos dedicamos a responder cada um dos cinco questionamentos e posteriormente, voltaremos às questões principais.

#### **4.1. O ensino com abordagem CTS oportuniza um espaço de aprendizagem no qual os estudantes se apresentam mais engajados e participativos no processo de construção do conhecimento?**

As análises das gravações em áudio e em vídeo, bem como a percepção do professor-pesquisador, revelam que os estudantes se mostraram bastante engajados em participar das atividades com enfoque CTS propostas ao longo da sequência didática. Conforme é possível observar em algumas transcrições apresentadas como resultados, os estudantes participaram de maneira satisfatória das aulas, propondo explicações aos questionamentos e problematizações feitas pelo professor e, em alguns momentos, formulando questões consistentes e importantes sobre a temática discutida.

O engajamento dos estudantes foi de grande valor para o desenvolvimento da sequência didática, principalmente se considerarmos o contexto no qual a pesquisa foi desenvolvida. Tradicionalmente, os estudantes da modalidade EJA apresentam certa resistência em relação aos conteúdos científicos, justamente pelo distanciamento que normalmente se constitui entre a Ciência e o mundo da vida, tão significativo para esses estudantes. No contexto em que desenvolvemos esta pesquisa, acreditamos que o engajamento dos estudantes de EJA ocorreu, principalmente, por três motivos: a maneira como o ensino foi promovido, o material didático utilizado e o interesse sobre a temática discutida.

No que se refere à maneira como o processo de ensino foi desenvolvido, destacamos que foi oportunizado aos estudantes que eles participassem ativamente do processo de aprendizagem. Essa participação ativa se deu desde a construção do terrário, em grupos, o que aparentou engajar os estudantes, que produziram seu próprio sistema para posterior observação. Ademais, algumas problematizações realizadas em sala foram externadas pelos próprios estudantes (por mais que já estivessem no planejamento do professor), como podemos perceber na fala do professor apresentada na primeira transcrição do capítulo anterior: “Eu já vi que tem muita gente que está falando assim... ah... a planta vai morrer, a planta vai viver. Então, eu quero que a gente pense um pouco sobre isso”.

Nesse sentido, o professor considera a fala do estudante na sala de aula e todos discutem problemas autênticos e significativos para os estudantes, o que pode ter

contribuído para que os estudantes se empenhassem mais na busca de respostas para esses problemas. Acreditamos que essa postura foi coerente com os pressupostos do movimento CTS, uma vez esse movimento pretende democratizar questões de cunho científico e tecnológico (Auler, 2007). Em outras palavras, o movimento CTS visa, entre outros objetivos, maior participação popular nas decisões de caráter tecnocientífico. Portanto, é coerente que a incorporação do movimento CTS no campo educacional ocorra de maneira a oportunizar que os estudantes sejam mais propositivos e ativos no que se refere à dinâmica das aulas de ciências. Para que os estudantes participem de discussões sociais que envolvam a tecnociência, é indicado que a escola oportunize a formação de cidadãos ativos. Nesse sentido, a sequência didática CTS tem muito a contribuir, uma vez que trata de situações que fazem parte do cotidiano dos estudantes ou que interferem diretamente na vida de cada um.

Outro fator que nos pareceu ter contribuído para o engajamento dos estudantes foi o uso de um material didático temático, diferente do que eles estão habituados no ensino formal. Inicialmente, só o fato de os estudantes saberem que o livro usado durante as aulas da sequência didática CTS seria dado a eles já os motivou. Ademais, destacamos o fato de o material ser organizado a partir de uma lógica temática e não por conteúdos científicos. Em consequência disso, os estudantes encontraram no material didático apoio para aprender sobre a temática discutida durante as aulas, não só no que se refere aos argumentos científicos, mas, também, sobre aspectos sociais e tecnológicos. Percebemos, por meio de nossas observações e das gravações em áudio e em vídeo que, em muitas situações, os estudantes recorriam ao livro para buscar elementos que os auxiliassem na proposição de soluções para problemas e questionamentos feitos pelo professor. Diante disso, defendemos que mais materiais didáticos com caráter temático sejam desenvolvidos, uma vez que esse recurso se mostrou de grande valor para a participação e o engajamento dos estudantes em aprender ciências.

Por fim, creditamos o bom engajamento dos estudantes nas aulas temáticas desenvolvidas ao tema de discussão. Consideramos que, segundo orienta de Jong (2008), a temática “Água” é de relevância para os estudantes e para a Ciência. Conforme evidenciado no capítulo anterior, muitos estudantes demonstraram por meio

do discurso escrito ou oral que se interessaram pelo assunto tratado em sala de aula. Mais do que isso, foi possível perceber, principalmente pelas produções escritas feitas ao final da sequência didática, que as aulas com a abordagem CTS promoveram uma aproximação entre o mundo da escola e o mundo da vida dos estudantes. Argumentamos isso em função de os estudantes demonstrarem a capacidade de articular conhecimentos científicos – tradicionalmente restritos ao ambiente escolar – a questões de relevância para a sociedade.

Nesse sentido, acreditamos que o ensino tenha se dado de maneira mais significativa para os estudantes, já que eles parecem ter desenvolvido um sentimento de utilidade/aplicabilidade do conhecimento escolar para a vida cotidiana, ou para o exercício da cidadania. Esse sentimento provavelmente fez com que os estudantes se engajassem mais nas atividades propostas ao longo da sequência didática. Como professor das duas turmas investigadas, isto é, como alguém que conhecia o comportamento dos alunos antes, e considerando as evidências apresentadas anteriormente, é possível afirmar que o engajamento dos estudantes ao trabalharem com a temática água foi bem superior ao engajamento em aulas anteriores, nas quais o foco eram os conceitos científicos.

#### **4.2. Durante o desenvolvimento das atividades com a perspectiva temática, os estudantes apresentam contribuições efetivas para enriquecer as discussões, se posicionando com pontos de vista mais elaborados e fundamentados?**

Conforme ressaltado na resposta para a questão anterior, os estudantes participaram de maneira satisfatória desde o início da sequência didática. Em todas as transcrições apresentadas no Capítulo 3, foi possível perceber que os estudantes traziam contribuições para o debate, geralmente oriundas do contexto e da vivência desses estudantes. Mais do que oferecer respostas ao professor, eles participaram propondo questões de investigação sobre o terrário construído, por exemplo.

Portanto, em relação ao discurso oral proferido durante as aulas, observamos que os estudantes trouxeram contribuições já no início da sequência didática e, conforme as aulas avançavam, cada vez mais estudantes participavam das discussões. Esses estudantes, inicialmente, apresentavam argumentos simples, com fundamentação nas experiências do dia a dia. Ao longo das aulas eles começaram a utilizar alguns dados científicos e outros conhecimentos produzidos durante a sequência didática.

Entretanto, muitas vezes, essas contribuições não eram completamente espontâneas. Percebemos que os estudantes se posicionavam em questões propostas pelo professor, mas não justificavam tal posicionamento sem que o professor fizesse essa solicitação. Acreditamos que essa dificuldade em elaborar argumentos completos, ou seja, se posicionar frente a um problema e justificar sua posição, tem relação com a vivência escolar que a maioria desses estudantes têm. São alunos de EJA, que interromperam os estudos e provavelmente, quando estudaram, não tiveram a oportunidade e nem o interesse de participar de maneira ativa das discussões que ocorriam em sala de aula.

Mesmo que oralmente os estudantes não tenham demonstrado grandes avanços em relação à argumentação, consideramos que o aumento da participação e a incorporação de conceitos aprendidos na sequência didática já são ganhos cujo mérito pode ser direcionado à perspectiva CTS. Acreditamos que a promoção do ensino ciências a partir de um tema de interesse e conhecimento dos estudantes pode fazer com que eles fiquem mais seguros para participar das aulas, o que resulta na maior participação. Além do mais, esses estudantes podem ter mais contribuições a oferecer

quando um tema de conhecimento deles é abordado no contexto escolar, e, certamente, eles se sentem mais à vontade para contribuir com as discussões sobre essas temáticas.

### **4.3. Que aspectos da abordagem temática do ensino de Ciências se apresentaram como potencializadores do processo de ensino e aprendizagem durante o desenvolvimento da sequência didática?**

O desenvolvimento da sequência didática temática com enfoque nas relações CTS revelou alguns aspectos que indicam favorecer o processo de ensino e aprendizagem. Destacamos três aspectos: a problematização, o uso de evidências e o uso de um tema de relevância social e científica.

Em relação à problematização, foi possível perceber que essa estratégia engajou os estudantes na busca por respostas e soluções. Nessa busca por respostas, os estudantes despertaram a necessidade de conhecer alguns conceitos científicos básicos e fundamentais para a proposição de uma solução para o problema em questão. Foi possível perceber esse movimento em vários momentos da sequência didática, como no momento em que se discutiu sobre a sobrevivência, ou não, da planta no terrário, ou sobre o que aconteceria se no terrário só houvesse animais, conforme evidenciado pelas transcrições das gravações em áudio das aulas.

Nesses momentos, o professor, ou os próprios estudantes, propuseram questionamentos para os quais não tinham conhecimento suficiente para responder, por mais que estivessem interessados. Esse interesse, aliado à necessidade de maior fundamentação teórica para responder as questões, fez com que os estudantes buscassem aprender sobre conceitos científicos. Conforme relatado anteriormente, os estudantes parecem ter despertado o que Aikenhead (1994) chama de *need to know* (necessidade em saber) para que eles conseguissem se posicionar no problema proposto. Percebemos que o índice de acerto nas questões de múltipla escolha que tratavam dos conceitos científicos que emergiram a partir da problematização foi elevado. Como exemplo, citamos a questão sobre seres autótrofos, heterótrofos, fotossíntese e respiração celular. Esses conceitos surgiram a partir de problematizações e aproximadamente 50% dos estudantes acertaram a questão relacionada a eles. Esse número é consideravelmente superior aos índices de acertos nas questões das provas de Química nas duas etapas que precederam a sequência didática CTS (na primeira etapa foi de 34,3% e na segunda etapa, 37,6%).

Portanto, defendemos, assim como Aikenhead (1994), que a problematização é um fator que pode contribuir significativamente para a aprendizagem de conceitos científicos. Nesse sentido, recomendamos que os temas CTS não devem aparecer como exemplificações de um conteúdo científico que já foi estudado e sim de maneira problematizada. Assim como Freire (2011) e Nascimento e Linsingen (2006), nós vislumbramos na problematização a possibilidade de o educando confrontar situações cotidianas, de maneira que um novo conhecimento seja concebido a partir do tema de ensino.

O uso de evidências para estruturar ou desestruturar posicionamentos dos estudantes também se mostrou de grande valor para o processo de ensino e aprendizagem. Como exemplo, relatamos a situação de ensino em que as gotículas no topo da garrafa PET, onde foi construído o terrário, eram o alvo das discussões. Naquele momento, o professor havia perguntado sobre o porquê do aparecimento daquelas gotículas no topo da garrafa. Muitos alunos associaram esse fenômeno exclusivamente à transpiração das plantas dentro da garrafa. Diante disso, o professor apresentou um sistema semelhante ao terrário, porém sem plantas, no qual a garrafa estava com tantas gotículas de água no topo quanto as outras garrafas que continham plantas. Nesse momento, o professor desestabilizou o argumento inicial dos estudantes de que a água no topo da garrafa era oriunda exclusivamente da planta e, a partir daí, se iniciou uma discussão sobre o ciclo da água.

A questão de múltipla escolha que abordou conceitos científicos relacionados ao ciclo da água apresentou bom índice de acerto (53%) se comparado aos percentuais anteriores. Além disso, muitos estudantes demonstraram domínio desses conceitos científicos ao escrever um texto ao final da sequência didática. Com base nesses resultados e no momento de ensino em que esse tópico (ciclo da água) foi discutido em sala, argumentamos que o uso de evidências, assim como a problematização, apresenta grande valor para o processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, destacamos a importância da escolha de um tema com relevância para a sociedade e para a ciência. No caso deste trabalho, foram desenvolvidas aulas com a temática “Água”. Essa temática é permeada de conhecimentos cotidianos, como os associados ao uso que fazemos da água ou à importância de sua conservação. Além



disso, é uma temática de suma importância para a ciência e a tecnologia, já que há água em vários processos industriais e biológicos, por exemplo.

Ao escolher um tema com essas características, conforme aconselham de Jong (2008) e outros autores, é oportunizado aos estudantes que o espaço escolar seja também um espaço para aprender sobre questões de muita relevância no ambiente extraescolar. Diante disso, há uma tendência de que os estudantes se aproximem das aulas de ciências justamente por perceber que o conhecimento produzido ali tem relação com a vida cotidiana deles. Esse conhecimento pode ser entendido com uma nova forma de ler o mundo e, inclusive, de intervir nele para modificá-lo.

A comparação entre os textos inicial e final é um exemplo claro de como os estudantes evoluíram no que se refere à relação dos mesmos com a ciência. Inicialmente, poucos alunos utilizaram argumentos de natureza científica no texto que tratava da temática “Água”. Após vivenciarem a sequência didática CTS, 94% dos estudantes utilizou algum conteúdo científico para estruturar um texto sobre a mesma temática. Ou seja, acreditamos que a sequência didática CTS aproximou a ciência da vida do estudante, o que pode ter facilitado o processo de ensino e aprendizagem, possibilitando que alguns deles articulassem esse campo do conhecimento ao escrever sobre uma temática muito relevante para a sociedade.

#### **4.4. Que fatores dessa abordagem se mostraram como limitantes para o processo de ensino e aprendizagem durante o desenvolvimento da sequência didática?**

Ao analisar a sequência didática, percebemos algumas estratégias de ensino que parecem não ter alcançado bons resultados. São elas: o uso de temas como exemplificação de conteúdos científicos já apresentados aos alunos e o uso de temas complexos em um curto espaço de tempo.

Se analisarmos o índice de acerto na questão de múltipla escolha sobre a panela de pressão (31%) percebemos que esse índice foi semelhante ao que foi obtido nas duas primeiras etapas que precederam a sequência didática CTS (34,3% na primeira etapa e 37,6% na segunda), em que o ensino de Ciências se deu de maneira mais tradicional, ou seja, fundamentado pela transmissão de informações sem uma atenção maior para a significação dessas informações. Quando retornamos ao momento de ensino em que o mecanismo de funcionamento da panela de pressão foi discutido, percebemos que o professor-pesquisador não problematizou esse tópico.

A panela de pressão está presente no cotidiano de muitos estudantes, ainda mais no contexto de EJA. Logo, por ter essa relação direta com o cotidiano, há um potencial muito grande para a ocorrência de problematizações que possivelmente gerariam interesse nos estudantes. Entretanto, o professor não problematizou essa discussão e apenas apresentou o mecanismo de funcionamento da panela de pressão como uma aplicação do conhecimento científico que acabara de ser discutido (a influência da pressão na temperatura de ebulição). Nesse sentido, a participação dos estudantes foi bem aquém de outros momentos em que houve problematização e acreditamos que isso foi um fator limitante para o processo de aprendizagem, culminando em um baixo índice de acerto na questão de múltipla escolha sobre a panela de pressão.

Além disso, essa temática (funcionamento de artefatos, como a panela de pressão) geralmente demanda mais tempo de discussão, devido à complexidade do assunto. Esse tema envolve a relação entre diferentes variáveis de cunho científico, como pressão atmosférica, pressão de vapor, altitude, temperatura de ebulição, interações intermoleculares, mudanças de estado físico. Nesse sentido, podemos considerar que se trata de um tema de difícil entendimento para os alunos, o que pode dificultar os processos de ensino e de aprendizagem. Nesses casos, recomendamos

que alguns desses conceitos sejam construídos a partir de outras problemáticas para que os estudantes tenham maior facilidade e potencialidade de compreensão do tema complexo.

Outro fator que nos parece ter limitado o processo de ensino e a aprendizagem foi a frequência dos estudantes nas aulas de Química. Entretanto, este fator está relacionado ao contexto em que a sequência didática se desenvolveu e não especificamente à abordagem CTS. Muitos estudantes da EJA não podiam ir todos os dias às aulas por terem outros compromissos de cunho profissional ou familiar, no turno da noite, ou até mesmo alegando cansaço após o longo dia de trabalho. Nesse sentido, os estudantes com baixo índice de presença ficavam prejudicados no que se refere ao entendimento da investigação temática que estava sendo realizada ao longo das aulas de Química. A percepção da frequência limitada dos estudantes da EJA investigados se materializou na quantidade de produções textuais que foram analisadas. Limitamos essa análise a 33 estudantes, uma vez que os demais (46 estudantes) ou havia faltado na aula em que foi produzido o texto inicial ou na aula em que foi produzido o texto final.

#### **4.5. A partir do ensino por temas CTS, os estudantes apresentam indícios de apropriação de conceitos científicos, aplicando-os em contextos com relevância social?**

A comparação entre as produções textuais de antes e depois da vivência na sequência didática desenvolvida nos permitiu inferir que o ensino de Ciências na perspectiva CTS tem grande potencial no que se refere à aprendizagem de conceitos científicos e à aplicação desses em contextos de relevância social. Conforme apresentado nos resultados, a produção inicial da maioria dos estudantes se baseou em conteúdos de natureza cotidiana, sem muito aprofundamento teórico. Por outro lado, as produções finais se mostraram mais consistentes, não só em relação ao uso da ciência para fundamentar o texto, mas também em relação aos argumentos sociais e tecnológicos.

De uma maneira geral, os textos iniciais apresentavam conteúdo que se limitava a falar sobre o uso consciente da água em atividades domésticas e sobre a importância desse recurso para a humanidade. A partir disso, percebemos que inicialmente os estudantes não demonstraram capacidade crítica frente a um problema de grande relevância para sociedade, uma vez que usaram argumentos superficiais.

No texto final, após vivenciar a sequência didática CTS, vários estudantes indicaram se reconhecer como parte integrante da temática “Água”, se posicionando de maneira crítica e indicando as causas que originam problemas relacionados à falta desse recurso. Para isso, muitos estudantes utilizaram o conhecimento científico construído ao longo da sequência didática CTS.

Para muitos estudantes, o conhecimento sobre o ciclo da água contrapôs a ideia inicial de finitude desse recurso. Dessa maneira, os estudantes passaram a dissertar não sobre a possibilidade de a água acabar, mas sim sobre a qualidade da água disponível para o consumo. Ademais, os estudantes demonstraram, por meio de suas produções escritas, que a preocupação com a falta da água não está relacionada exclusivamente ao uso desse recurso nas tarefas cotidianas, como lavar roupas, tomar banho, entre outras. Muitos educandos apontaram o consumo de produtos em excesso como um causador da falta de água disponível. Nesse sentido, os estudantes estabeleceram relações com o campo social (consumismo) e também articularam o

conhecimento tecnológico sobre o gasto exorbitante de água nos processos de produção de artefatos.

Acreditamos que esse posicionamento revela um potencial desses estudantes em intervir nessas causas e avançar em direção à resolução de problemas relacionados à disponibilidade de água. Entendemos que a sequência didática CTS oportunizou que muitos estudantes caminhassem no sentido de superar a cultura do silêncio, uma vez que utilizaram conhecimentos produzidos no espaço escolar (científicos, tecnológicos e sociais) para compreender a realidade, se reconhecendo como sujeitos ativos da temática discutida ao longo da sequência didática, com potencial de intervir na realidade, não apenas como sujeitos passivos. Essa característica observada na sequência didática CTS está na direção do que Freire (2011) propõe para a escola: uma educação libertadora.

Na questão 3 do instrumento avaliativo de múltipla escolha, usamos uma situação que não havia sido tratada em sala de aula, mas que está presente no cotidiano dos estudantes e relacionada à temática da sequência didática. Para se posicionar diante dessa questão, os estudantes teriam que articular alguns conceitos científicos que emergiram ao longo das aulas. Observamos que mais que a metade dos estudantes (53%) escolheu a opção mais adequada para responder essa questão. Esse é um forte indício do desenvolvimento da dimensão conceitual do LC, conforme apresentado por Kemp (2002). Segundo o autor, essa dimensão está relacionada ao domínio e aplicação de conceitos científicos básicos em diversos contextos.

Nesse sentido, consideramos que o ensino de Ciências fundamentado nos pressupostos do movimento CTS tem grande potencial para a aprendizagem de conceitos científicos, desde que esses conceitos façam sentido para os estudantes. Na experiência de ensino que pesquisamos, os estudantes tiveram a oportunidade de aprender sobre ciências a partir de contextos sociais relevantes para eles. Nesse sentido, quando foi requerido, os estudantes utilizaram o conhecimento científico de maneira crítica para se posicionar sobre a temática “Água”.

#### 4.6. Retomando as principais questões de pesquisa

No início deste trabalho, nós nos propusemos a responder duas questões principais de pesquisa: “*Quais as contribuições do ensino de Ciências com abordagem CTS para a apropriação de conhecimentos científicos pelos estudantes?*” e “*Quais as contribuições do ensino de Ciências promovido a partir de temas CTS para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes?*”. Ao revisitar as respostas dadas nos itens anteriores, fica claro que o ensino de Ciências na perspectiva CTS pode contribuir tanto para a apropriação de conceitos científicos, quanto para o desenvolvimento do LC dos estudantes.

No que diz respeito à apropriação de conceitos científicos, ressaltamos alguns aspectos que nos pareceram muito importantes: o engajamento dos estudantes que vivenciam o ensino na perspectiva CTS; a problematização do tema trabalhado; o uso de evidências para sustentar ou para construir argumentos mais consistentes; o uso de material didático organizado em uma perspectiva temática. Todas essas características da sequência didática com caráter CTS que desenvolvemos parecem ter contribuído para que os estudantes se apropriassem dos conceitos científicos que emergiram ao longo das aulas.

O engajamento dos estudantes da EJA foi fundamental para que eles buscassem as respostas para os problemas propostos e, nessa busca, se apropriassem de conceitos científicos necessários à resolução do problema. Se os resultados encontrados com essa amostra de estudantes podem ser ampliados para todos os estudantes, então podemos argumentar sobre a importância de se escolher temas de interesse dos estudantes para organizar as aulas de Química/Ciências nas escolas. Com isso, pudemos perceber que os estudantes se engajaram na busca por explicações para as situações trabalhadas em sala de aula.

Ademais, percebemos que os estudantes se apropriaram mais dos conceitos quando o tema foi problematizado. Por isso destacamos que a problematização do tema trabalhado é fundamental para despertar nos estudantes a necessidade de conhecimento com vista à proposição de explicações. Nesse movimento, o uso de evidências pode contribuir para estruturar visões coerentes e melhorar aquelas que se mostrarem incompletas ou incoerentes.

Por fim destacamos a importância do material didático temático, que serve de apoio tanto ao professor, para desenvolver as atividades, quanto aos estudantes, para buscar conhecimentos que os auxiliem na construção de hipóteses e argumentos. Nesse sentido, o material didático elaborado por Quadros (2016a) demonstrou ser um instrumento adequado para auxiliar os estudantes no processo de apropriação dos conceitos científicos.

Em relação ao desenvolvimento do letramento científico dos estudantes, consideramos que a sequência didática CTS cumpriu papel fundamental. Neste trabalho consideramos uma perspectiva crítica de LC, ou seja, o LC não está relacionado apenas ao domínio e aplicação de conceitos científicos. Assim como Kemp (2002), acreditamos que o LC também está relacionado ao uso desses conceitos no exercício da cidadania, nas atividades cotidianas, entre outros indicadores.

Argumentamos que os estudantes que vivenciaram a sequência didática com caráter CTS desenvolveram o letramento científico. Sustentamos essa argumentação a partir das evidências de que o ensino de Ciências na perspectiva CTS contribuiu para o desenvolvimento das três dimensões de LC propostas por Kemp (2002): conceitual, procedimental e afetiva. No que se refere à dimensão conceitual de LC, percebemos que os resultados obtidos pelos estudantes no questionário de múltipla escolha foram superiores ao habitual, ou seja, há indícios de que a perspectiva CTS contribuiu para o domínio de alguns conceitos científicos.

No que tange as produções escritas realizadas ao final da sequência didática, muitos estudantes foram capazes de articular o conhecimento científico a questões sociais e tecnológicas para escrever sobre a temática “Água”, de extrema relevância para a sociedade contemporânea. Essa habilidade está relacionada à dimensão procedimental do LC (KEMP, 2002), que também parece ter sido desenvolvida pelos estudantes. Ademais, os estudantes se mostraram engajados e motivados durante toda a sequência didática CTS. Esse comportamento dos estudantes demonstra que eles podem ter desenvolvido maior simpatia e apreço pelo estudo das Ciências Naturais (Química Física e Biologia). Diante disso, argumentamos que os estudantes também desenvolveram a dimensão afetiva do LC.

Acreditamos que o ensino CTS oportuniza esse resultado por aproximar o conhecimento científico, muitas vezes sem significado para os estudantes, à realidade dos mesmos. Essa aproximação pode fazer com que eles percebam que a Ciência é uma forma de conhecimento que pode ser articulada para compreender o mundo ao redor deles. Nesse sentido, defendemos que as práticas escolares sejam coerentes com o contexto em que os estudantes estão inseridos e se aproximem cada vez mais de questões com relevância para eles.

Ao incorporar temáticas presentes no cotidiano dos estudantes, a escola pode ser um espaço de formação e de preparação de jovens e adultos para o exercício da cidadania de maneira mais crítica. Os estudantes, ao conhecer a realidade de maneira mais crítica, podem ser capazes de reconhecer seu papel em questões de relevância na sociedade. Por exemplo, ao perceber que a preocupação com a disponibilidade de água não está unicamente relacionada ao consumo doméstico, mas também à aquisição de produtos em excesso, os estudantes podem assumir uma postura mais crítica ao adquirir produtos industrializados.

Por meio da análise que fizemos dos dados produzidos nessa pesquisa, acreditamos que um ensino a partir de temas de interesse dos estudantes da EJA traz contribuições significativas em termos de formação para a cidadania, preparando-os para lidar com questões relevantes do contexto em que estão inseridos. Uma vez que o estudante se reconhece na sociedade e compreende a realidade de maneira crítica, ele pode estar potencialmente preparado para intervir naquilo que o oprime, caminhando em direção a uma sociedade mais justa e igualitária (FREIRE, 2011).

Portanto, acreditamos que o ensino de Ciências na perspectiva CTS contribui não só para a apropriação de conceitos científicos, mas também para a articulação dos mesmos em contextos de relevância social. Em consequência disso, defendemos que o ensino de Ciências CTS ocupe uma posição mais dominante na educação científica. Reconhecemos que para isso é necessário que mais pesquisas se dediquem a compreender as potencialidades e limitações dessa abordagem. Ademais, recomendamos que os cursos de formação de professores do campo das Ciências da Natureza incorporem cada vez mais aspectos teóricos e práticos da abordagem CTS.



Por fim, incentivamos a produção de materiais didáticos com caráter CTS, já que identificamos grande valor desse instrumento em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

AKCAY, H; YAGER, R. E. The impact of a Science/Technology/Society teaching approach on student learning in five domains. **Journal of Science Education and Technology**, v.19, n.6, p.602-611, 2010.

AIKENHEAD, G. **What is STS Science Teaching?** In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.. STS Education: International Perspectives on Reform. New York: Teachers College Press, 1994. Cap. 5. p. 47-59.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Educación Química**, v. 16 n. 3, p. 384-397, 2005.

ANGOTTI, J. e AUTH, M. “Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação”, **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, 2001.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n. 2, p. 1-13, 2001.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica**, v. 4, p. 1-7, 2006.

AULER, D. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, p. 167-188, 2013.

AULER, D; DALMOLIN, A M T; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

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

ARGO: Ciencia, Tecnología y Sociedad. **Materiales para la educación CTS**. Ed. Grupo Norte., Mieres, 2001

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. PEREIRA, LTV (ed.) Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Editora Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI)**, 1ª edição. 2003.

BITTAR, M; FERREIRA JR, A. **Ciência e Tecnologia: Uma perspectiva histórico-filosófica**. In: HAYASHI M. C. P. I., RIGOLIN C. C. D., KERBAUY M. T. M., organizadoras. Sociologia da ciência: contribuições ao campo CTS. Campinas: Alínea, p. 13-40, 2014.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 1994.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

\_\_\_\_\_. 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, 2002.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB Nº 9394/96**. De 20 de dezembro de 1996. Brasília.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC). **Texto preliminar da Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2015.

CAMPBELL, B; LUBBEN, F. Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 3, p. 239-252, 2000.

CHRISPINO, A. et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.

CARRASCOSA ALÍS, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). **Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen**. 2005.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

DAGNINO, R.; SILVA, R.B.; PADOVANNI, N. (Org) **Por que a educação em ciências, tecnologia e sociedade vem andando devagar?** In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira; AULER, Décio. **CTS e Educação Científica: Desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora UnB, 2011. p. 99 - 134

DE VOS, W.; BULTE, A. M. W.; PILOT, A. **Chemistry curricula for general education: Analysis and elements of a design**. In GILBERT, J. K.; DE JONG, O.; JUSTI, R; TREAGUST, D. F.; VAN DRIEL, J. H. *Chemical education: Towards research-based practice*, p. 101–124, 2002.

DRIVER, R; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31- 40 1999.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 17, 2011.

JONG, O. de. Context-based chemical education: How to improve it?. **Chemical Education International**, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2008.

KEMP, A.C. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.), **Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science**, p. 1202-1229, 2002.

LINSINGEN, I. von; CASSIANI, S. Educação CTS em perspectiva discursiva: contribuições dos estudos sociais da ciência e da tecnologia. **Redes**, v. 16, n. 31, p. 163-182, 2010.

MANSOUR, N. Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 29, n. 4, p.287-297, 2009.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences**, v.112, n. 2, p. 29-48, 1983.

Teixeira, P. “A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de Ciências”. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

MORTIMER, E. F.; CARVALHO, A. M. P. de. Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de Ciências. **Cadernos de Pesquisas**, n. 96, p. 5-14 1996.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. von. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de Ciências. **Convergência**, v.13, n.42, p.95-116, 2006.

OVERMAN, M.; VERMUNT, J. D.; MEIJER, P. C.; BULTE, A. M. W.; BREKELMANS, M. Students' Perceptions of Teaching in Context-based and Traditional Chemistry Classrooms: Comparing content, learning activities, and interpersonal perspectives, **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 11, p. 1871-1901, 2014.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, Jul. 2011.

PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. **Educação e Pesquisa** v.31, n.3, p. 521-539, 2005.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 26-31, 2004.

QUADROS et al. A Construção de Significados em Química. **Química Nova na Escola**. v. 37, n. 3, p. 204-213, 2015.

QUADROS, A. L. **Entendendo o Ciclo da Água** (Coleção Temas de Estudo em Química). 1. ed. Contagem - MG: Didática Editora do Brasil Ltda, v. 1, 2016a.

QUADROS, A. L. de et al . A Contribuição do Estágio no Entendimento do Papel do Professor de Química. **Educação e Realidade**. Porto Alegre, v. 41, n. 3, p. 889-910, 2016b.

RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O.; WARTHA, E. J. As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergentes. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, 2010.

RODRIGUES, M. M. M. Avaliação educacional sistêmica na perspectiva dos testes de desempenho e de seus resultados. **Estudo do SAEB**. 2009.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: Práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 22, n. 2, p.371-389, 2016.

SÁ, L. P. et al. Análise das pesquisas sobre EJA nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas: ABRAPEC, 2011.

SANTA MARIA, L.C.; AMORIM, M.C.V; AGUIAR, M.R.P; SANTOS, Z.A.M; CASTRO, P.S.C.B.G; BALTHAZAR, R.G. Petróleo: um tema para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n.15, p 19-23, 2002.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007a.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p.474-492 2007b.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 21- 47, 2011.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, p 41-62, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências** v.13, n.3, p.333-352, 2008.

SMITH L. A.; BITNER B. L. Comparison of formal operations: students enrolled in ChemCom versus a traditional chemistry course. **Paper presented at the Annual Meeting of the National Science Teachers Association**. Kansas City, MO, USA, 1993.

STOLK, M. J.; DE JONG, O.; BULTE, A. M.; PILOT, A. Exploring a framework for professional development in curriculum innovation: Empowering teachers for designing context-based chemistry education. **Research in Science Education**, v. 41, n. 3, p. 369-388, 2011.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio: espaços de articulação**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

ÜLTAY, N.; ÇALIK, M. A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 6, p. 686-701, 2012.

YAGER, R. E. The history and future of science education reform. *Clearing House*, v. 74, n. 1, p 51-54, 2000.

YAGER, S. O.; YAGER, R. E.; LIM, G. The advantages of an STS approach over a typical textbook dominated approach in middle school science. **School Science and Mathematics**, v. 106, n. 5, p. 248-260, 2006.

YAGER, R. E.; ABD-HAMID, N. H.; AKCAY, H. The effects of varied inquiry experiences on teacher and student questions and actions in STS classrooms. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 25, n. 5, p. 426-434, 2005.



## ANEXOS

### **Anexo A:** Referências dos artigos da base ERIC analisados criticamente

AKCAY, B.; AKCAY, H. Effectiveness of science-technology-society (STS) instruction on student understanding of the nature of science and attitudes toward science. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 3, n. 1, p. 37-45, 2015.

AKCAY, H. et al. Change in student beliefs about attitudes toward science in grades 6-9. In: **Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching**. 2010.

AKCAY, H.; YAGER, R. E. The impact of a science/technology/society teaching approach on student learning in five domains. **Journal of Science Education and Technology**, v. 19, n. 6, p. 602-611, 2010.

BENNETT, J.; LUBBEN, F.; HOGARTH, S. Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. **Science Education**, v. 91, n. 3, p. 347-370, 2007.

BOERWINKEL, D. J.; SWIERSTRA, T.; WAARLO, A. J. Reframing and Articulating Socio-scientific Classroom Discourses on Genetic Testing from an STS Perspective. **Science & Education**, v. 23, n. 2, p. 485-507, 2014.

BROMAN, K.; BERNHOLT, S.; PARCHMANN, I. Analysing task design and students' responses to context-based problems through different analytical frameworks. **Research in Science & Technological Education**, v. 33, n. 2, p. 143-161, 2015.

GILBERT, J. K.; BULTE, A.; PILOT, A. Concept development and transfer in context-based science education. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 6, p. 817-837, 2011.

HAVU-NUUTINEN, S.; KARKKAINEN, S.; KEINONEN, T. Primary School Pupils' Perceptions of Water in the Context of STS Study Approach. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 6, n. 4, p. 321-339, 2011.

KING, D. T.; WINNER, E.; GINNS, I. Outcomes and implications of one teacher's approach to context-based science in the middle years. **Teaching Science**, v. 57, n. 2, p. 26-30, 2011.

KING, D. T.; RITCHIE, S. M. Academic Success in Context-Based Chemistry: Demonstrating fluid transitions between concepts and context. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 7, p. 1159-1182, 2013.

KING, D. New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. **Studies in Science Education**, v. 48, n. 1, p. 51-87, 2012.

KING, D.; BELLOCCHI, A.; RITCHIE, S. M. Making connections: Learning and teaching chemistry in context. **Research in Science Education**, v. 38, n. 3, p. 365-384, 2008.

ÜLTAY, N.; ÇALIK, M. A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 6, p. 686-701, 2012.

ULUSOY, F. M.; ONEN, A. S. A Research on the Generative Learning Model Supported by Context-Based Learning. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 10, n. 6, p. 537-546, 2014.

UMMELS, M. H. J. et al. Promoting Conceptual Coherence Within Context-Based Biology Education. **Science Education**, v. 99, n. 5, p. 958-985, 2015.

UMOREN, G. A science-technology-society paradigm and Cross River State secondary school students' scientific literacy: problem solving and decision making. **Educational Research and Reviews**, v. 2, n. 4, p. 82, 2007.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á. et al. Spanish students' conceptions about NOS and STS issues: A diagnostic study. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 10, n. 1, p. 33-45, 2014.

YAGER, R. E. et al. Comparing science learning among 4th-, 5th-, and 6th-grade students: STS versus textbook-based instruction. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 15-24, 2009.

YAGER, R. E. STS requires changes in teaching. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 27, n. 5, p. 386-390, 2007a.

YAGER, R. E. The sic “C” pyramid for realizing success with STS instruction. **Science Education International**, v. 18, n. 2, p. 85-91, 2007b.

YAGER, R. E.; AKCAY, H. Comparison of student learning outcomes in middle school science classes with an STS approach and a typical textbook dominated approach. **RMLE Online**, v. 31, n. 7, p. 1-16, 2008.

YAGER, R. E.; AKCAY, H.. What results indicate concerning the successes with STS instruction. **Science Educator**, v. 16, n. 1, p. 13, 2007.

## **Anexo B:** Referências dos artigos do X ENPEC analisados criticamente

ANDRADE, M. A. S. A., ALMEIDA, R. O., CONRADO, D. M., & NUNES-NETO, N. F. Agrotóxicos e relações CTSA: conhecimentos e atitudes de estudantes de um curso profissionalizante em Agropecuária. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

BUSKE, R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M.; TEMP, D. S. In: A visão sobre cientistas e ciência presentes entre alunos do ensino fundamental. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

CARDOSO, Z. Z.; de ABREU, R. O. D.; STRIEDER, R. B.; DA SILVA, S. M. B.; SANTOS, W. L. P. Radioatividade e CTS: Resultados de uma implementação. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

CARVALHO, A. M.; MOREIRA, A. F.; JÚNIOR, O. A. Avaliação de estudantes sobre uma sequência de ensino de termodinâmica orientada por uma abordagem CTS. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

COSTA, C. M., VIANA, C. C., SANTOS, M. T., ABREU, J. B., RAPOSO, E. O.; FREITAS, N. M. S. Relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Poder: leituras imagéticas dos usos e abusos da energia nuclear. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

COSTA, M. R. J.; de OLIVEIRA P, L.; DEL PINO, J. C. A perspectiva CTS e a compreensão de alunos da educação profissional e tecnológica. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

DORVILLÉ, L. F. M.; TEIXEIRA, P. O CRESCIMENTO DO CRIACIONISMO NO BRASIL: PRINCIPAIS INFLUÊNCIAS E AVANÇOS RECENTES. In: **Atas do X**

**Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

GOUVEIA, D. da S. M; SILVA, A. M. T. B. A importância da alfabetização científica multidimensional na formação educacional da EJA: uma análise a partir das expectativas dos alunos. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

LEARNING, P. B. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental a partir da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

MAGALHÃES, A.; CASTRO, P. M. de C. Agenda 21 na perspectiva de CTS e suas contribuições para a alfabetização científica em uma escola pública estadual de Roraima. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015."

MELO, S. P.; SANTOS S. A.; CONTENTE, A. D. C. P. O ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos: uma abordagem CTS como prática educativa no espaço prisional. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

MIRANDA, N. T. G. P.; ANJOS, C. R.; JÚNIOR, D. B.; SOUSA, M. S. A., PINTO, G. P.; SANTANA, E. B. Discussões CTS no ensino de Astronomia: o lixo espacial fomentando a formação para a cidadania. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

MOREIRA, M. C. do A.; AMOS, R. ESTUDO COMPARATIVO DA SUSTENTABILIDADE NA VISÃO DE ESTUDANTES EM EVENTOS ESPORTIVOS EM LONDRES E NO RIO DE JANEIRO. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

NUNES B. R., LINDERMANN, R. H., GALIAZZI M. C. Abordagem de Situação-Problema na sala de aula de química: o ensino CTS contribuindo para a percepção social. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M.; de OLIVEIRA, Ó. A.; GONÇALVES, F. R.; HUSSEIN, S. Atitudes CTS em estudantes de cursos superiores. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

OLIVEIRA, L. A.; SILVA, N. S.; MATTOS, C. G. V. O uso de charges como potencializador do letramento científico. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015."

COSTA, G. T. P; CINTRA, E. P. A logística reversa de eletrônicos no ensino de química. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P. Proposição de uma Ferramenta Analítica para avaliar a Qualidade da Argumentação em Questões Sociocientíficas. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

RODRIGUES, V. A. B., QUADROS, A. L., BOTELHO, M. L. S. T. A contribuição do Ensino por temas para a produção de significados. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

SGARBI, A. D.; PINTO, S. L.; LOBINO, M. das G. F.; LOVAT, T. de J. C.; CONDE, J. Alfabetização científica no contexto da sustentabilidade: a cidade como mediadora da educação de agentes socioambientais. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015."

SILVA, S. M. B. da; SANTOS, W. L. P. Visões de estudantes do ensino médio sobre questões sociocientíficas: biotecnologia. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

SILVA, V. B.; SILVA, A. C. G. O que pensam os alunos do Ensino Médio a respeito de Organismos Transgênicos?. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

VALE, W. K. M.; SA, S. R.; FIRME, R. N. Investigando questões sociocientíficas na temática Combustíveis fósseis e alternativos: em quais contextos são discutidas as

relações CTS?. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

**Anexo C:** Questões de múltipla escolha utilizadas no instrumento de colproduçãoeta de dado

**Questão 1** – O equilíbrio da vida no planeta é consequência das relações de interdependência entre seres autótrofos e heterótrofos. Assim, é correto afirmar que

- A) os seres autótrofos produzem, por meio da fotossíntese, glicose e oxigênio que serão utilizados só pelos seres heterótrofos no processo de respiração.
- B) os seres autótrofos produzem, por meio da fotossíntese, glicose e oxigênio que serão utilizados por eles e pelos seres heterótrofos no processo de respiração.
- C) os seres autótrofos e heterótrofos trocam entre si o glicose e o oxigênio necessários para a realização do processo de respiração.
- D) os seres heterótrofos produzem, por meio da respiração, a energia necessária para a manutenção do processo de fotossíntese realizado pelos autótrofos.
- E) os seres heterótrofos produzem, por meio da fotossíntese, o alimento necessário para a sobrevivência dos autótrofos.

**Questão 2** – Terrários são ambientes artificiais onde as plantas conseguem sobreviver mesmo que seja impedida a entrada de ar e água depois que o sistema é fechado. Para a construção do terrário é necessário que seja adicionado ao recipiente carvão, terra e água. É correto afirmar que a função do carvão no terrário é:

- A) absorver água.
- B) adsorver substâncias indesejáveis.
- C) manter a umidade do terrário.
- D) fornecer nutrientes.
- E) manter a quantidade de gás carbônico equilibrada.

**Questão 3** – Pedrinho estava com muita sede e encheu um copo com água bem gelada. Antes de beber observou que o copo ficou todo “suado” por fora, ou seja, cheio de pequenas gotículas de água na superfície externa do copo. É CORRETO afirmar que tal fenômeno é explicado:

- A) pela sublimação da água existente no copo.
- B) pela porosidade do copo que permitiu que parte da água gelada passasse para o lado de fora do copo.
- C) pela vaporização da água do copo para fora do copo.
- D) pelas correntes de convecção formada em função do aquecimento da água gelada pelo meio ambiente.
- E) pela condensação dos vapores de água da atmosfera em contato com o copo gelado.



**Questão 4** – Na panela de pressão, os alimentos cozinham em menos tempo, porque a pressão exercida sobre a água torna-se maior que a pressão atmosférica. Em consequência desse fato, podemos afirmar que o tempo de cozimento do alimento é menor porque

- A) a água passa a "ferver" acima de  $100^{\circ}\text{C}$ .
- B) a água passa a "ferver" abaixo de  $100^{\circ}\text{C}$ .
- C) a água passa a "ferver" a  $100^{\circ}\text{C}$ .
- D) não há mudança na temperatura de ebulição da água.
- E) sob pressão maior a temperatura de ebulição da água deve ser menor.

## APÊNDICES

### Apêndice A: Fragmentos representativos dos textos iniciais e finais dos estudantes

- Fragmentos dos textos iniciais:

Estudante	Categoria	Fragmento de texto inicial
E1	1	Usamos a água para tomar banho, para cozinhar, para beber, para lavar, são várias as utilidades da água. Vamos valorizar este líquido e sabendo usar não vai faltar
E2	2	A água é um bem precioso que deve ser consumida de forma racional para que futuramente ela não se torne rara. Caso continue ocorrendo desperdícios, em algumas regiões do mundo principalmente as mais pobres já ocorre a falta de água. A água é um composto químico formado por dois átomos de hidrogênio e um oxigênio. Sua fórmula química é H <sub>2</sub> O.
E3	2	A água cobre cerca de três quartos da crosta terrestre e encontra-se em um destes estados físicos: sólido, líquido ou gasoso. A água é encontrada em mares, oceanos, lagos e nos seres vivos. Um dos principais problemas relacionados com a utilização da água é o desperdício, como limpeza de calçadas varrer a sujeira com a água, entre outras.
E4	1	A água é uma substância essencial para a vida do ser humano. Podemos usar a água para várias coisas no dia a dia, tomar banho, cozinhar, lavar roupas, regar plantas e para nosso próprio consumo.
E5	1	Necessária e essencial para a vida de todos, sabemos que a água é importante para hidratar, lavar, regar, molhar, cozinhar e limpar, a usamos para muitas coisas no nosso cotidiano. Infelizmente muita água é desperdiçada pela população nas próprias casas.
E6	1	A água tem inúmeras utilidades, a usamos para beber tomar banho, cozinhar, etc. Ela também serve como meio de transporte sendo muito importante para a sociedade. Existem muitos problemas relacionados a água, tais como poluição e escassez de água em algumas regiões.
E7	1	Além de servir para beber, a água é utilizada em múltiplas finalidades como cozinhar, lavar louças ou roupas, regar plantas, dar descarga ou tomar banho. Tem vários problemas com a água... problemas de vazamento e mau uso são algumas das causas do desperdício de água trazendo como consequência a falta dela.

Estudante	Categoria	Fragmento de texto inicial
E8	1	Nosso corpo é, em sua maior parte, constituído de água. Necessitamos dela para banharmos e cozinharmos os alimentos que devemos ingerir. Ela é essencial nos afazeres domésticos, no cultivo dos alimentos e é essencial para a nossa existência. Usamos e abusamos desse bem precioso e nos esquecemos que é finito.
E9	1	A água é fonte de vida e sem ela não há sobreviventes e ela atende a todas as necessidades: para beber, fazer nossa higiene, preparar nosso alimento. Sabemos que é uma fonte inesgotável para os seres vivos. Os problemas relacionados a água são: falta de chuva, poluição do rio, aumento do consumo e da poluição e dos governantes tomarem a consciência de aumentar a capacidade dos reservatórios.
E10	1	A água é utilizada para beber, banhar, fabricar bebidas, etc. O uso irracional e a poluição das fontes, rios e lagos pode causar a falta da água.
E11	2	A água que usamos para lavar pias, banheiros, terrenos, tomar banho é tratada pela Copasa. A água passa por alguns procedimentos como floculação, decantação, filtração e cloração.
E12	1	Água é fonte de vida e a encontramos na natureza, por isso que devemos cuidar e proteger a natureza, pois é dela que retiramos nosso bem precioso que é a água.
E13	1	A água é usada na alimentação, higiene, limpeza da casa, irrigação das plantas. Do mesmo modo que a água é fundamental para manutenção da vida neste planeta, o homem precisa preservar sua qualidade e evitar poluí-la.
E14	1	Hoje existem vários tratamentos da água, perto da minha casa existe o tratamento do onça, acho uma iniciativa legal e espero algum dia ver um bom resultado. Pois sem a água não sobreviveríamos, tudo precisa de água.
E15	1	A água é de grande valia para nossos recursos. Ela chega em nossas casas através de um tratamento e já recebemos ela pronta para utilizarmos em nossa higiene pessoal e uso doméstico. Podemos reaproveita-la em lavagem de passeio.
E16	1	A água é muito importante, pois dependemos dela para sobrevivermos. Tudo depende da água. Todo ser vivo necessita de água. O planeta não sobreviveria sem água. A água também é muito importante no dia a dia, pois é com ela que tomamos banho, bebemos, cozinhamos, lavamos roupas, regamos as plantas, tudo na verdade precisa de água.

Estudante	Categoria	Fragmento de texto inicial
E17	1	Podemos encontrar água no subsolo da terra, em rios e lagos ou no mar. A água é fundamental para a vida no planeta. Ela alimenta tudo o que tem vida. E além disso, precisamos dela para higienizarmos e o ambiente que vivemos.
E18	1	Nunca houve tanta preocupação com a água como nestes tempos, pois tem sido escasso em todo mundo. Grandes campanhas em favor de proteger as fontes e economizar mais águas são feitas em todo tempo. Fechar as torneiras enquanto escova os dentes, banhos mais reduzidos, essas mudanças de hábitos são pequenas mas fazem grande diferença.
E19	1	Encontramos água em nascentes, rios, lagoas e nas torneiras. A água é extremamente importante nós seres humanos como na fauna e flora. No homem, além de repor quando suamos, é para tomar banho, lavar louças, beber e lavar roupas.
E20	1	A água doce é encontrada em rios, riachos, córregos, lagos, pântanos e brejos e a água salgada no mar. A água tem uma importância enorme na vida dos seres vivos, sem ela não haveria vida. As plantas, os animais, seres humanos dependem dela para sobreviver. Infelizmente o ser humano está destruindo o planeta com lixo, poluição, comprometendo a qualidade da água.
E21	2	A água é um bem maior, um recurso natural encontrado na natureza com abundância e o seu aspecto é transparente, inodoro. Sabemos que sem a água não existiria vida. No tratamento da água, é adicionado cloro para eliminar microorganismos e o pH deve ser corrigido.
E22	1	A água é uma das substâncias mais abundantes do nosso planeta. A água mantém a vida na Terra e também sustenta todo o estilo de vida da humanidade de forma indispensável, sendo usada para consumo e higiene.
E23	1	A água é encontrada em áreas verdes com minas, em rios, mares e em nossas casas. A água é muito importante para nossa saúde, para nos hidratar. Sem água não sobreviveríamos. Hoje passamos por um problema sério de falta da água causado pelo homem devido ao desmatamento, queimada e poluição das nascentes.
E24	1	Água um bem necessário a todos e a tudo, para beber, para higiene do nosso corpo, para a limpeza da nossa casa, para lavar roupas e vasilhas. Água para a natureza manter a vida, as plantas, os bichos e animais.

Estudante	Categoria	Fragmento de texto inicial
E25	2	Água é um líquido que não vivemos sem ela. Usamos água para tudo, sem ela não conseguiríamos sobreviver. Usamos água para preparar os alimentos, construção, para nossa higienização, para fornecer energia que usamos em meio ao nosso dia a dia. Ela é tão essencial para a convivência da vida no mundo. A terra tem muita água, seja no estado líquido (oceanos, mares, lagos) seja em estado sólido (geleiras e neves).
E26	2	A água é essencial para nossas vidas. Ela pode ser encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Um ser humano não consegue viver sem o consumo da água por mais de três dias.
E27	1	A água é um líquido que tem a importante finalidade de matar a sede de qualquer ser vivo na Terra. Pessoalmente, utilizo a água diariamente para a limpeza e para o consumo. A falta de água em alguns locais ocorre devido ao mau uso e desperdício dos usuários, que não sabem consumir com moderação independente da finalidade.
E28	1	A sociedade atual está se desesperando com uma realidade que não julgava fazer parte da sua realidade. A falta da água. Por vários anos acreditava-se que a água era inesgotável. Como poderia o planeta que é formado por água ter este bem tão precioso esgotado? O uso indiscriminado e sem controle da água tem causado preocupação.
E29	1	A importância da água na vida do planeta é tamanha posto que é um elemento essencial para a sobrevivência de animais e vegetais na terra. Nesse sentido, quando falta a água, a vida está ameaçada, uma vez que a água é fonte de vida do planeta. A utilização da água na sociedade é para suprir suas necessidades. Ex: tomar banho, preparar alimentos, escovar os dentes, lavar roupa.
E30	1	A água conseguimos ter acesso em casas, nascentes, lagos, cachoeiras, rios, mar. A água é bastante importante para nossa saúde. Eu gosto de usar água com bastante consciência, eu uso água para consumo, tomar banho, lavar vasilhas.
E31	1	A água é fonte de vida. Não importa quem somos, ou o que fazemos, onde vivemos, mas dependemos dela para viver. No entanto, por mais que seja importante, as pessoas continuam poluindo os rios e destruindo as nascentes.

Estudante	Categoria	Fragmento de texto inicial
E32	1	Eu utilizo a água para tomar banho, lavar roupa, escovar os dentes, lavar o quintal, limpar casa. Estamos tão habituados a presença da água que só damos conta da sua importância quando ela nos faz falta.
E33	1	A água é essencial para a minha vida. Desde o café da manhã até ao deitar eu uso água. A água é um recurso essencial para a vida de todos. Além de existir uma quantidade pequena de água disponível, ela tem sido desperdiçada e poluída por esgotos, diminuindo sua oferta para os seres humanos.

- Fragmentos dos textos finais:

Estudante	Categoria	Fragmento do texto final
E1	3	<i>A água do terrário está sempre mudando de estado físico e se reciclando. No planeta isso também acontece, mas as indústrias utilizam muita água em suas produções e poucas têm método de reaproveitamento total da água. O gasto é exorbitante comparado ao nosso consumo diário.</i>
E2	3	<i>A natureza funciona como o terrário. A água que molhamos o terrário evapora, formando gotículas no auto do terrário, que é a condensação. Depois ela precipita e cai novamente, molhando a terra. Mas, por causa do uso exagerado de produtos da indústria e no dia a dia, esse ciclo fica prejudicado na natureza.</i>
E3	3	<i>Na verdade muitos esquecem que a natureza também tem o seu ciclo, como no terrário. As águas dos mares e rios evaporam, formando nuvens que quando ficam carregadas, formam as gotículas que precipitam, fazendo assim novamente o ciclo. Mas boa parte dessa água é desviada para indústrias e para nossas casas, por isso <b>nos preocupamos</b> com a falta de água.</i>
E4	3	<i>No terrário e também na natureza existem todos os elementos para que as plantas sobrevivam. A água não acaba porque ela passa pela evaporação, depois condensação e precipitação. A água que faltará será a água potável pois as grandes empresas que estão atrás de lucros e gastam bilhões e bilhões de litros de água jamais deram conta de tratar toda água que usam, tornando a água cada vez mais escassa.</i>
E5	3	<i>Não nos preocupamos em regar a planta do terrário por causa do ciclo da água que ia evaporar, mas ia voltar pro estado líquido, regando a planta. No nosso cotidiano, a água é poluída de forma que muitas vezes não é tratada e</i>

Estudante	Categoria	Fragmento do texto final
		<i>com isso, mesmo ocorrendo o ciclo natural da água, a mesma pode deixar de ser potável.</i>
E6	3	<i>A água que colocamos antes de fechar o terrário faz um ciclo, passando do estado líquido pro gasoso, condensando (passando do gasoso pro líquido) e precipitando e voltando pra terra. No planeta, a humanidade desvia parte da água potável para realizar suas atividades econômicas, poluindo uma grande quantidade de água.</i>
E7	3	<i>No terrário acontece o ciclo da água. A água que colocamos evapora passando do estado líquido para o gasoso, condensa, passando do estado gasoso para o líquido, precipita e volta novamente para a terra, assim a planta continua viva. No planeta, nossa preocupação é com a falta de água potável, pelo uso desordenado da população para seu uso próprio e nas indústrias, etc.</i>
E8	3	<i>No terrário, acontece o ciclo da água. A água que está na terra evapora, se acumula na parte mais alta da garrafa, condensa e precipita, caindo na terra e iniciando um novo ciclo. No planeta, isso também acontece. A falta da água é uma preocupação porque fazemos mau uso dela, além de desperdiçarmos em nossos afazeres domésticos, compramos várias coisas sem necessidade, fazendo com que as grandes indústrias precisem produzir mais, as mesmas indústrias que utilizam água na maioria dos processos de produção, em alguns casos, jogando seus rejeitos nos rios e poluindo nossa água.</i>
E9	3	<i>A água sofre um ciclo. No terrário a garrafa está lacrada, a água da terra evapora, condensa e cai de novo na terra, umidificando e nutrindo a planta. No planeta, a preocupação é o consumismo em geral que estimula as indústrias que gastam muita água e poluem as fontes de água potável.</i>
E10	2	<i>O ciclo da água faz ela se renovar. A água evapora do líquido para o gasoso, mas depois condensa. Nós gastamos água desordenadamente, sem se preocupar e causando racionamento até a época das chuvas. As indústrias também não se preocupam com o desperdício, jogam produtos químicos nos esgotos, contaminando a água.</i>
E11	2	<i>A água evapora, forma gotas de água e depois precipita e cai. Nós consumimos água sem fazer economia, usando torneira e chuveiro a vontade. Se a população não parar de consumir a água pode faltar.</i>

Estudante	Categoria	Fragmento do texto final
E12	3	<i>A água evapora, condensa e volta para Terra. Esse processo é chamado precipitação. Quando ela volta, ela encontra poluição e por isso há a preocupação com a falta da água.</i>
E13	2	<i>A água passa por transformações. Isso é condensação, vaporização e precipitação. Cada um tem que fazer sua parte para preservar a água.</i>
E14	2	<i>Na natureza a água passa por um ciclo. Evaporação -&gt; condensação -&gt; precipitação. Infelizmente esse ciclo é interrompido.</i>
E15	1	<i>Se nós desperdiçarmos e não usarmos bem, a água pode faltar no nosso cotidiano. É necessário ter consciência e usar bem a água que é tão importante.</i>
E16	3	<i>A água se mantém no planeta. Ela evapora, se condensa e depois se precipita, fazendo o ciclo da água. Infelizmente, a água é desviada desse ciclo para outros fins e parte dela é poluída com agrotóxicos, lixo e vários poluentes do ar. E neste caso a população é que fica prejudicada.</i>
E17	3	<i>Quando a terra está umedecida, esta água irá se evaporar e se condensará, formando gotículas. Logo, essas gotículas de água se precipitam caindo pela terra. Em alguns casos, mesmo a água retornando, a poluição e o desperdício são irreparáveis.</i>
E18	3	<i>Conforme o processo de evaporação, passando para o estado gasoso e depois condensação, passando para o estado líquido e a precipitação ocorre o ciclo da água. Esse processo acontece no mundo, mas parte da água sofre desvio para as casas, a indústria, a agricultura.</i>
E19	3	<i>A água evapora, condensa e precipita. É o ciclo da água. No cotidiano, por passar por alguns processos, com a poluição lançada, a água é contaminada e parte dela não servirá para reutilizada para o consumo e, a longo prazo, faltará água para o consumo humano.</i>
E20	1	<i>Não sabemos fazer o uso da água. Desperdiçamos quando estamos no banho, quando lavamos louça, lavando carros e terreiros.</i>
E21	3	<i>Por conta do processo de industrialização e aumento da população a água passa por processos e fica extremamente poluída e acaba impedindo o uso desse recurso natural, mesmo sabendo que a água evapora, condensa e precipita, sempre retornando. Ela está muitas vezes poluída.</i>



Estudante	Categoria	Fragmento do texto final
E22	2	<i>A água muda de estado físico na natureza. Ela evapora, condensa e precipita. Além disso, a água é responsável por 70% da formação do nosso corpo, sendo muito importante para a humanidade.</i>
E23	2	<i>A água evapora, condensa e precipita. O mau uso e o gasto inconsciente que fazemos, junto com a poluição e o desmatamento, acabam com as fontes de água.</i>
E24	2	<i>No mundo acontece o ciclo da água. A água evapora, condensa, precipita e depois acontece tudo de novo. Deveria ter um trabalho de conscientização no consumo de água e meios para diminuir o gasto de água.</i>
E25	2	<i>A água faz evaporação, mas retorna para o estado líquido. Acontece que nós seres humanos temos um hábito de gastar água e não pensamos no amanhã. Temos que tomar uma atitude em relação a economia e o gasto de água.</i>
E26	2	<i>A temperatura ambiente faz com que a umidade evapore, e depois forme gotículas de água que vão cair, precipitar. O ser humano não tem o hábito de pensar que a água vai acabar porque não tomamos atitude de utilizar e reutilizar a água.</i>
E27	2	<i>Assim como no planeta, o terrário passa por um ciclo da água. O uso da água na maioria das vezes não é consciente e podemos ficar sem água.</i>
E28	3	<i>A umidade contida no ambiente sofre a evaporação, formando as gotículas de água condensada, formando o ciclo da água. Mesmo que a água sofra um ciclo na Terra, o uso em grande escala e a poluição pode fazer com que falte água potável.</i>
E29	2	<i>A água evapora só que isso gera gotículas que caem de novo. Consumimos muita água no nosso dia a dia, desperdiçamos água em muitas coisas que fazemos e quanto mais a população cresce, maior vai ser a falta de água.</i>
E30	3	<i>A água faz seu próprio ciclo. Evapora, condensa e precipita. Mas são poucos destinos corretos dados pra água. Mesmo que ela retorne, ela está poluída.</i>
E31	3	<i>A água vai passando pelo processo de evaporação, condensação e precipitação, mas usamos muito mais do que precisamos, compramos muitos produtos e muitas indústrias poluem a água que utilizam. Por isso, a água potável pode faltar, por mais que ocorra o ciclo.</i>

<b>Estudante</b>	<b>Categoria</b>	<b>Fragmento do texto final</b>
E32	3	<i>A água vira gás, depois condensa e precipita, isso é o ciclo da água. Por isso, o problema não é bem a falta da água e sim a água que podemos consumir, pois com tantas indústrias poluindo o meio ambiente e com o consumismo da população, o consumo da água é maior e muitas vezes ela fica poluída.</i>
E33	3	<i>A água do planeta é evaporada, condensa nas nuvens e cai de novo, formando o ciclo da água. Por isso, a maior preocupação da população é com a falta da água potável. Devido ao mau uso das indústrias e pessoas que muitas vezes utilizam a água e devolvem poluída e imprópria para o consumo, causando mais estragos.</i>