



**Abordagem CTS na elaboração de material didático de química por professores:  
Relato de uma experiência com uma equipe multidisciplinar**

**STS approach in Chemistry didactic material construction by teachers: Report of an  
experience with a multidisciplinary team**

**Susan Bruna Carneiro Aragão**

Universidade de São Paulo  
Sistema Mackenzie de Ensino  
susancarneiro@gmail.com

**Mônica Huguenin de Araújo Faria**

Universidade Estadual de Campinas  
Sistema Mackenzie de Ensino  
professora.quimica@yahoo.com.br

**Resumo:**

Esse trabalho apresenta um relato sobre como a abordagem CTS foi utilizada na elaboração do livro didático de química para a 1ª série do Ensino Médio, para um público de alunos de 14 a 15 anos, de um sistema de ensino brasileiro. A elaboração e revisão de originais foram feitas por uma equipe multidisciplinar de professores. Essa equipe elaborou uma base crítica para análise da produção a partir de uma proposta educacional, dos Parâmetros Curriculares Nacionais Brasileiros e de temas sócio-científicos apropriados para o desenvolvimento dos conteúdos obrigatórios no currículo de química. A obra produzida foi organizada em quatro unidades temáticas, cujos sub-temas foram distribuídos em três capítulos. Foi publicada em 2014 e atualmente é utilizada em aproximadamente 200 escolas em 21 unidades federativas brasileiras.

**Palavras-chave:** Ensino de Química; Implementação de abordagem CTS; Material didático.

**Abstract:**

This paper presents a report about how the STS approach was used in elaborating a Chemistry textbook for 1<sup>st</sup> graders of High School, for a private Brazilian Educational System. A multidisciplinary team of teachers elaborated a critical basis for producing and reviewing the originals. This critical basis considered one institutional educational program, the guidelines of the National Brazilian Curriculum Parameters, and socio-scientific issues that were suitable for the development of content required in Chemistry for an audience of K-10 students. The textbook has four thematic units, whose sub-themes were divided into three chapters. It was published in 2014 and is currently used in about 200 schools in 21 Brazilian states.

**Key words:** Teaching Chemistry; STS approach implementation; Textbook.

**Resumen:**

En este trabajo se relata el proceso de implementación de un enfoque CTS en la elaboración de un libro didáctico de química para el primer año de la escuela secundaria, en un sistema de educación brasileño. La preparación y la revisión original fueron realizadas por un equipo multidisciplinar de profesores quienes fundamentaron una base crítica para el análisis de 'la producción a partir de una propuesta educativa basada en los Parámetros Curriculares Nacionales de Brasil y en temas sociocientíficos apropiados para el desarrollo de contenidos obligatorios del currículo de



química. El trabajo producido se organizó en cuatro unidades temáticas, cuyos temas derivados fueron distribuidos en tres capítulos. Se publicó la obra en 2014 y actualmente es utilizada en aproximadamente 200 escuelas de 21 estados brasileños.

**Palabras clave:** Enseñanza de la química; Enfoque CTS para la implementación; Material didáctico.

## Introdução

Um dos riscos do processo educacional é o de reduzir a complexidade a um aspecto. É comum em algumas práticas e materiais didáticos desenvolvidos para o ensino de química, por exemplo, a apresentação do método científico como infalível, o que acaba por ser uma redução da complexidade desse método científico a uma visão positivista da ciência e de sua metodologia. Outro risco do processo educacional é o que se pode denominar de “abstracionismo”. Trata-se do risco de o ensino se desvincular da experiência concreta do educador e do educando. Em química, por exemplo, para o ensino das propriedades e transformações dos materiais no nível atômico, costuma-se tomar a apresentação desse conteúdo científico puro como suficiente para a sua compreensão – o que muitas vezes não o é.

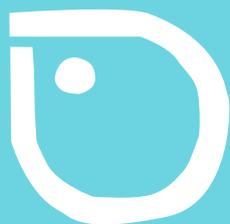
Desafios como o reducionismo e o abstracionismo, entre outros que perpassam a tarefa de educar, como contextualização, aproximação de textos originais e a compreensão da natureza da ciência, foram enfrentados pela equipe que trabalhou na elaboração do material didático de química para a 1ª série do Ensino Médio em um projeto desenvolvido por um instituto de ensino brasileiro. Frente a esses desafios, a equipe recorreu à abordagem de ensino que relaciona ciência, tecnologia e sociedade (CTS) por entender que ela pode proporcionar uma maneira de o processo de ensino-aprendizagem da química relacionar os conteúdos científicos às questões de tecnologia, sociedade e ambiente. Dessa forma, o conteúdo é apresentado a partir de temas sócio-científicos com maior complexidade, concretude, contextualização e documentação científica.

A equipe que trabalhou na elaboração e revisão de originais foi composta por quatro professores de química (um doutor, dois doutorandos e um mestre); um pedagogo (especialista em Escrita Criativa), dois mestres em Língua Portuguesa e dois consultores teológico-filosóficos. Também contou com a consultoria de professores de biologia, física e sociologia.

O instituto brasileiro em que o projeto foi desenvolvido é uma instituição de ensino com mais de 140 anos de atividade educacional, atendendo desde a Educação Básica até o Ensino Superior. Em 2004 ele iniciou um projeto de elaboração de material didático, um Sistema de Ensino, para toda Educação Básica. O objetivo do projeto é elaborar livros didáticos alinhados com a fundamentação filosófica e pedagógica da instituição, delineada pelo sistema de ensino em seu Projeto Político Pedagógico<sup>1</sup>. A fundamentação pedagógica proposta no documento considera a teoria de David Ausubel (1968), especificamente no que diz respeito à teoria da Aprendizagem Significativa.

Esse trabalho relata o processo de elaboração do livro didático de química para a 1ª série do Ensino

<sup>1</sup> De 2004 a 2016, o Instituto caminha para o término da produção de livros para todo os segmentos da Educação Básica e atualmente o projeto atende aproximadamente 40.000 alunos brasileiros e conta com uma equipe de 52 colaboradores internos e cerca de 60 colaboradores externos.



Médio desenvolvido nesse instituto, por essa equipe multidisciplinar, comprometida com a proposta educacional do sistema de ensino em questão, dos Parâmetros Curriculares Nacionais Brasileiros e da abordagem CTS.

## Contextualização teórica

A abordagem CTS, que relaciona ciência, tecnologia, sociedade, tem sido utilizada na elaboração de materiais didáticos brasileiros de química, tais como as propostas pedagógicas de M. Lutfi (1988, 1992), a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da Universidade de São Paulo – GEPEQ, (1993, 1995, 1998), o livro “Química na Sociedade” de Mol e Santos (2000) entre outros (Santos & Mortimer, 2002). Por meio dessa abordagem, esses autores procuraram apresentar os conteúdos dessa ciência aos alunos de tal forma que eles possam fazer relações entre os conceitos científicos e tecnológicos, vivenciar os processos de investigação e realizar interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Também é possível para os alunos desenvolverem habilidades e competências tais como ler e interpretar textos de interesse científico e tecnológico; fazer uso dos conhecimentos da química e demais ciências para explicar o mundo natural; reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio ambiente (Santos e Mortimer, 2002). Portanto, a abordagem CTS busca promover níveis mais altos de alfabetização científica permitindo aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão e valorização da ciência e da tecnologia como parte de sua cultura (Aragão, 2014; Santos, 2007; Sasseron & Carvalho, 2011; Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2005).

Para a produção do livros didáticos de química para a 1ª série do Ensino Médio desse Sistema de Ensino foi escolhida a abordagem CTS pelas aproximações que foram estabelecidas pela equipe que trabalhou no desenvolvimento dos originais com a teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1968).

Resumidamente, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000) postula que os conceitos são melhor assimilados pelos estudantes quando eles têm a oportunidade de associá-los à suas experiências de vida, concepções e conhecimentos prévios, processo possível pela relação do aluno com o objeto do conhecimento, da relação do professor com esse mesmo objeto, e da relação do aluno com o professor.

A teoria de Ausubel, na concepção da Proposta Pedagógica do Sistema de Ensino que desenvolveu o livro de química em questão, é uma base teórica que auxilia a substituição de um modelo de ensino-aprendizagem pautado na emancipação do conteúdo descontextualizado e no pragmatismo de um aprendizado centrado unicamente na iniciativa do aluno, e auxilia a proposição de uma pedagogia que associa saberes teóricos aos saberes práticos e aos saberes éticos e morais, com foco não apenas na aprendizagem, mas na formação integral do ser — objetivos da Proposta Educacional do Sistema de Ensino em questão. Ou seja, para essa proposta interessa um modelo de ensino-aprendizagem em que o aluno tem um importante papel na construção do entendimento dos conteúdos para aquisição do conhecimento (Portela Neto, 2012).

A Proposta Pedagógica do Sistema de Ensino, portanto, considera um modelo interativo de ensino-



aprendizagem que é conduzido pelo professor, ou no caso da produção de livro didático, pelo enunciador do texto, mas envolve o aluno/leitor, continuamente na atividade mental. O professor/enunciador emprega, para isso, uma metodologia exploratória (descoberta, investigação) e explanatória (orientação, exposição) para cada objetivo educacional. Conceitos, princípios e conclusões resultam de contribuições do professor/enunciador juntamente com o raciocínio do aluno/leitor, estimulado por atividades preparadas pelo professor/enunciador e por questões relacionadas às informações fornecidas. No Sistema de Ensino, para esse modelo ser alcançado, é proposto ao professor/enunciador que ele proponha um tema a seu aluno/leitor, geralmente por meio de uma problematização, que, em seguida, é analisado e sistematizado.

Esse modelo aproxima-se da proposta CTS de Delizoicov e Angotti (2002) que propõem a ideia de três momentos pedagógicos: a problematização inicial, a organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, um dos motivos pelos quais a abordagem CTS foi incorporada na base metodológica da elaboração do material de química do Ensino Médio do Sistema de Ensino embasado na Proposta Educacional anteriormente descrita. Outras visões da abordagem CTS também foram consideradas nessa elaboração, tais como as de Santos (2007), M. Luffi (2005) e Aikenhead (1994).

## Metodologia

O processo de elaboração do material didático em questão se dividiu em 3 fases: a etapa de planejamento, a de estruturação de conteúdo e a de produção da obra.

A etapa de planejamento do material didático de química consistiu basicamente de:

- o estudo pela equipe multidisciplinar que trabalhou na elaboração do material de química da proposta do Sistema de Ensino;
- a análise dessa equipe dos conteúdos científicos relativos à 1ª série do Ensino Médio, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais;
- o levantamento na literatura sobre propostas de ensino de química contextualizadas;
- a leitura de revistas especializadas em ensino de química brasileiras e internacionais (*Química Nova*, *Química Nova na Escola*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Enseñanza de las Ciencias*; *Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, entre outras);
- a análise de livros didáticos de mercado que utilizam ou não abordagem CTS;
- a análise de estudos que identificaram as concepções alternativas de conteúdos químicos de alunos do Ensino Médio (Mortimer, 1996);
- a análise de ementas de exames nacionais para ingresso no Ensino Superior.

À luz dessas análises, e tendo por base a Proposta Educacional do Sistema de Ensino, a equipe multidisciplinar encontrou na abordagem CTS uma maneira de estruturar o conteúdo pesquisado por temas sócio-científicos, apresentados na obra na forma de temas de unidades (quatro unidades para o livro da 1ª série do Ensino Médio), que são indutivamente desenvolvidos em três capítulos em



cada unidade.

O conteúdo ficou estruturado, portanto, de tal forma que houvesse uma sequência temática que permeasse os três capítulos constituindo, assim, uma unidade temática. A partir do tema, cada capítulo traz uma integração entre:

- os saberes práticos: por meio de propostas de experimentações, pesquisas, resolução de exercícios, elaboração de esquemas;
- os saberes científicos: com uma apresentação sistemática e progressiva da linguagem científica, da natureza da ciência, dos processos de desenvolvimento histórico dos conceitos científicos e dos próprios conceitos químicos (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016; Allchin, 2013; Aragão, 2014; Sasseron & Carvalho, 2011);
- os saberes éticos e morais: com propostas de debates ético-científicos em que o posicionamento do aluno é fortalecido por seus argumentos teóricos consistentes e elaborados de maneira contextualizada (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002; Rodrigues Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006; Santos & Mortimer, 2002).

De acordo com Chaves, Santos e Carneiro (2014):

*Uma abordagem contextualizada historicamente permite conhecer o conceito, entender a origem do problema, como se apresentam as questões, as hipóteses, as bases experimentais, a eliminação das hipóteses e as rupturas – abandono das velhas ideias em favor das novas –, entendendo por quais razões as novas ideias foram aceitas pela comunidade científica. Mostrar que o processo de construção das teorias científicas não é o simples acúmulo de informações, mas uma construção de ideias que envolvem diferentes análises e negociações pela comunidade científica, em um constante processo de revisão dos conceitos científicos vigentes à época, portanto, marcando a ciência como uma atividade caracterizada pela refutabilidade e transitoriedade. (Chaves, Santos, & Carneiro, 2014, p. 270)*

Essa etapa de estruturação do conteúdo contou com a contribuição da equipe de professores de biologia, que apresentaram a necessidade de o aluno possuir conhecimentos prévios de química orgânica que garantissem uma aprendizagem significativa dos conceitos de bioquímica presentes no primeiro capítulo do livro de biologia desse mesmo Sistema de Ensino. Assim, um dos conteúdos químicos selecionados para compor o livro de química da 1ª série do Ensino Médio são as propriedades das substâncias orgânicas.

A fase de produção do material didático se dividiu em:

1. elaboração dos originais a partir dos temas e conteúdos selecionados no planejamento;
2. leitura dos originais,
3. reunião coletiva para análise das propostas de intervenções nos originais,
3. reescrita dos originais
4. avaliação da versão final
5. encaminhamento para a editoração.

As etapas de elaboração e reescrita dos originais, bem como as análises mais específicas de química,



foram executadas pelos professores de química da equipe. As demais etapas foram executadas pela equipe multidisciplinar envolvida na produção do material didático em questão, pedagogos, especialistas em Língua Portuguesa e outros.

### Resultados

O livro de química da 1ª série do Ensino Médio elaborado foi publicado em 2014 e atualmente é utilizado em aproximadamente 200 escolas em 21 unidades federativas brasileiras. Foi publicado em dois volumes.

A abordagem CTS, que aparece de maneira mais evidente na obra na sessão Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (QTSA), está presente ao longo de toda a obra, no corpo do texto dos capítulos, razão pela qual a obra será apresentada a seguir tomando-a por eixo. Devido a dificuldades em encontrar propostas na área de ensino que abrangem relações entre ciências e as outras dimensões (tecnologia, sociedade e ambiente) alguns capítulos priorizaram uma delas, porém, ao longo de toda a unidade os conceitos científicos estão relacionados com as outras dimensões, de maneira que o aluno passa claramente evidenciá-la.

O tema da unidade 1 é "Conhecendo o mundo por meio da química". No quadro 1 apresentam-se os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade abordados nessa unidade.



Quadro 1. Apresentação dos temas desenvolvidos na unidade 1.

Unidade 1: Conhecendo o mundo por meio da química	Conteúdos		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
1. Capítulo 1: Conhecendo a química	Transformação química	Técnica da refrigeração para conservação dos alimentos; a manipulação dos materiais para a fabricação de eletrônicos e próteses ortopédicas.	Descarte do lixo eletrônico
2. Capítulo 2: Conhecendo os materiais	Matéria: composição, estados físicos, transformações. Propriedades, unidades de medida da matéria. Ciclo da água. Leis ponderais.	A manipulação da matéria para a fabricação de novos materiais; técnica de identificação de materiais aplicada à perícia científica.	Mudanças de estado físico da água no cotidiano. Teste de qualidade dos combustíveis em postos de gasolina.
3. Capítulo 3: Identificando substâncias e misturas	Substâncias simples e suas propriedades. Mistura de substâncias. Sistemas químicos homogêneos e heterogêneos.	Técnicas de separação de mistura de substâncias em diferentes sistemas. Processo de tratamento de água. Métodos alternativos para a purificação da água.	Fontes de água potável e o problema da escassez no mundo e no Brasil. Contaminação das águas no planeta. Misturas de substâncias no cotidiano. Catadores de lixo e a separação do lixo reciclável.



Nessa unidade, o aluno/leitor precisa ser apresentado, conforme averiguado na etapa de planejamento do material, aos conceitos de elemento químico, substância e misturas de substâncias.

A literatura lida durante o planejamento a respeito do ensino-aprendizagem desses conceitos destaca a dificuldade dos alunos em os conceberem, podendo se estabelecer concepções alternativas, como por exemplo, o conceito de substância simples tratado como sinônimo de elemento químico, a dificuldade em diferenciar substância simples de mistura homogênea e mistura homogênea de heterogênea (Lacerda, Campos, & Marcelino-Jr, 2012; Oki, 2002).

Para trazer esses conceitos considerando uma aprendizagem significativa, em um modelo interativo de ensino-aprendizagem, e a abordagem CTS, o tema sócio-científico utilizado para contextualizar esses conteúdos foi a água: fontes e usos. Ele é abordado de forma que o aluno comece a pensar sobre o uso da água e as suas fontes no planeta. A partir disso, os alunos são levados a refletir sobre suas próprias atitudes e posicionar-se sobre o uso consciente ou não desse recurso natural. Trata-se de um tema atual pois o país vem enfrentando uma crise hídrica nos últimos anos. Ao mesmo tempo, portanto, em que o capítulo apresenta o tema da água em contexto social, ambiental e tecnológico, problematiza se a água é um elemento ou uma substância; se água pura e potável são sinônimos; se água potável é substância ou mistura homogênea, e ainda como seria possível obter a água potável, por meio das etapas de tratamento de água em estações de tratamento e por métodos alternativos, como o uso da semente de moringa oleífera.

O tema na unidade 2 é "Descobrimos o mundo nano". Os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade dessa unidade são apresentados no quadro 2.



Quadro 2. Apresentação dos temas desenvolvidos na unidade 2.

Unidade 2: Descobrimos o mundo nano	Conteúdos		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
Capítulo 4: Uma breve história da teoria atômica	Estrutura da matéria. Modelos atômicos. Processo de construção coletiva de um conhecimento científico e investigação científica.	Técnica e medição dos materiais e identificação de novas substâncias. Técnicas de análises clínicas (raio X e tomografia computadorizada).	A influência política e econômica na aceitação de novas ideias científicas. Como o modelo de Dalton foi aceito após muitos anos de sua elaboração.
Capítulo 5: Os elementos, as substâncias e a linguagem da química	Apresentação do desenvolvimento da simbologia dos elementos químicos e das tabelas periódicas. Fórmulas, estruturas e modelos químicos. A importância do Congresso de Karlsruhe para o estabelecimento da nomenclatura, a notação e a massa atômica dos elementos químicos.	Mineração e a metalurgia na obtenção de metais para uso na indústria. Técnica de utilização de materiais semicondutores na fabricação de <i>microchips</i> . A utilização do hidrogênio como combustível.	A influência política de Mendeleiev na aceitação de sua tabela periódica. Os elementos químicos no cotidiano. O silício e o grafeno – As implicações da utilização desses materiais na sociedade (Vale do Silício).
Capítulo 6: Compreendendo as propriedades das substâncias	Ligações químicas. Afinidade eletrônica. Eletronegatividade. Forças intermoleculares.	Técnicas de solubilização de substâncias em solventes de acordo com a sua polaridade. Detergentes.	Aplicação dos materiais no cotidiano devido sua estrutura atômica. Condução de eletricidade dos materiais. Influência de Linus Pauling na campanha contra as armas nucleares.



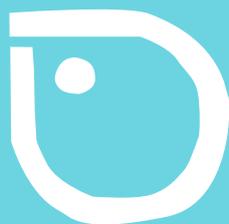
Na unidade 2, o aluno/leitor precisa ser apresentado, conforme averiguado na etapa de planejamento do material, aos conceitos de estrutura da matéria, modelo atômico e tabela periódica.

A literatura lida durante o planejamento a respeito do ensino-aprendizagem desses conceitos destaca que, geralmente, os modelos atômicos são apresentados nos livros didáticos como uma sucessão de descobertas em que um modelo antigo é superado por um novo modelo, e a e a tabela periódica é apresentada pronta como algo dogmático. Esse tipo de abordagem pode promover uma visão positivista de ciência (Chaves, Santos, & Carneiro, 2014; Martorano, 2007; Porto & Fernandes, 2012).

Para trazer esses conceitos considerando uma aprendizagem significativa, em um modelo interativo de ensino-aprendizagem, e a abordagem CTS, foi utilizada a abordagem da História e Filosofia da Ciência apresentando de maneira problematizada a elaboração dos modelos atômicos por meio da contribuição de vários cientistas. Sobre a organização dos elementos químicos, apresentou-se várias maneiras de organizar os elementos químicos desenvolvidas ao longo da história, como as tríades de Johann W. Döbereiner, o parafuso telúrico do geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois, a Lei das Oitavas do químico inglês John A. R. Newlands, a tabela do químico alemão Julius Lothar Meyer, as tabelas do químico russo Dmitri I. Mendeleiev até a tabela periódica atual.

Contou-se com a participação de um professor de sociologia para validar os conteúdos sobre história da filosofia relacionada à estrutura da matéria.

Os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade da unidade 3 cujo tema é "As substâncias inorgânicas" são apresentados no quadro 3.



Quadro 3. Apresentação dos temas desenvolvidos na unidade 3.

Unidade 3: As substâncias inorgânicas	Conteúdos		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
Capítulo 7: As substâncias ácidas e alcalinas	Ácidos e bases de Arrhenius: características e propriedades.	A manipulação do pH do solo na agricultura.	O uso de substâncias ácidas e alcalinas na agricultura e no cotidiano.
Capítulo 8: Minérios e minerais	Sais e óxidos: características e propriedades. Propriedades das soluções salinas.	Extração do sal a partir da água do mar. Extração dos metais.	Poluição atmosférica e chuva ácida causas e consequências.
Capítulo 9: Quantificando a matéria	Transformação química. Controvérsia da existência do flogístico nas transformações químicas. História do desenvolvimento da Estequiometria.	Técnicas de purificação das substâncias e aumento do rendimento das reações químicas.	A influência da construção dos conceitos científicos na sociedade. O processo de aceitação das ideias de Avogadro.

Nessa unidade, o aluno/leitor precisa ser apresentado, conforme averiguado na etapa de planejamento do material, as substâncias inorgânicas e suas propriedades. A literatura lida durante o planejamento a respeito do ensino-aprendizagem desses conceitos destaca a aprendizagem mecânica da nomenclatura dessas substâncias. Para trazer esses conceitos considerando uma aprendizagem significativa, em um modelo interativo de ensino-aprendizagem, e a abordagem CTS, utilizou-se o recurso literário para introduzir o contexto do campo e da agricultura, problematizando a manipulação do pH do solo no cultivo de hortênsias de diferentes cores. Para isso, utilizou-se um recorte histórico apresentando os estudos de Robert Boyle com extrato de violetas. Além disso, a ênfase dessa unidade foi dada nas propriedades dessas substâncias e em suas aplicações. A contextualização histórica também foi utilizada para os conteúdos sobre quantificação da matéria. Alguns aspectos da natureza da ciência também estão presentes, apresentando como o conceito de estequiometria foi construído por meio de contribuições de vários cientistas e da dificuldade de aceitação de novas ideias por outros. Como exemplo, a controvérsia entre Amedeo Avogadro e Jons Jacob Berzelius, que por ser mais influente na academia científica da época não concordava com a hipótese de Avogadro. Essa hipótese foi retomada cerca de 50 anos após a sua elaboração no Congresso Internacional de Karlsruhe. Essa discussão é aprofundada transpondo para o contexto contemporâneo para que o aluno/leitor saiba posicionar-se frente a uma evidência científica.



Os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade da unidade 4 cujo tema é "As substâncias orgânicas" são apresentados no quadro 4:

Quadro 4. Apresentação dos temas desenvolvidos na unidade 4.

Unidade 4: As substâncias orgânicas	Conteúdos		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
Capítulo 10: Conhecendo as substâncias orgânicas - hidrocarbonetos	Estudo das substâncias orgânicas ao longo da história. A controvérsia da teoria da força vital. Propriedades do carbono. Estruturas de Kekulé. Estrutura e propriedades dos hidrocarbonetos.	Destilação fracionada do petróleo. Obtenção dos subprodutos do petróleo.	Combustíveis: regulamentação do teor de octanagem da gasolina. Combustão e rendimento dos combustíveis.
Capítulo 11: Conhecendo as substâncias orgânicas – compostos oxigenados	Estrutura e propriedades das substâncias orgânicas oxigenadas.	Obtenção e aplicabilidade das substâncias orgânicas oxigenadas. Fabricação do etanol combustível e do etanol de segunda geração. Ésteres na indústria alimentícia. Fabricação de novos medicamentos por meio da técnica de mimetizar substâncias orgânicas oxigenadas existente na natureza.	Substâncias oxigenadas no cotidiano. Comparação dos impactos ambientais na utilização da gasolina e do etanol combustível. Polêmica da utilização do formol em produtos de beleza. Reflexão sobre o avanço da síntese orgânica e os impactos ambientais gerados (degradação dos compostos, geração de resíduos).



Capítulo 12: Conhecendo as substâncias orgânicas – compostos nitrogenados e halogenados	Estrutura e propriedades das substâncias orgânicas oxigenadas. Síntese orgânica da mauveína de William Henry Perkin.	Técnicas de utilização e fabricação de corantes naturais e sintéticos. Fabricação de explosivos. Ações tecnológicas que podem ser adotadas pelas fábricas para minimizar a emissão de dioxinas e furanos.	Comparação da síntese da mauveína por meio de molusco múrice e de uma substância orgânica sintética. Reflexão sobre o avanço da ciência e o uso de substâncias químicas na Segunda Guerra Mundial: TNT e ácido cianídrico nas câmaras de gás. A proibição do uso de propelentes e os impactos ambientais dos CFCs. Responsabilidade socioambiental.
---	--	--	--

Nessa unidade, o aluno/leitor precisa ser apresentado, conforme averiguado na etapa de planejamento do material, aos conceitos das substâncias orgânicas. Semelhantemente às substâncias inorgânicas, a literatura lida durante o planejamento a respeito do ensino-aprendizagem desses conceitos destaca a aprendizagem mecânica da nomenclatura dessas substâncias orgânicas assim como as inorgânicas. Para trazer esses conceitos considerando uma aprendizagem significativa, em um modelo interativo de ensino-aprendizagem, e a abordagem CTS, foi utilizada a abordagem da História e Filosofia da Ciência. Vidal e Porto (2011) destacam que alguns livros didáticos apresentam a síntese da ureia como marco da descoberta das substâncias orgânicas e a teoria do vitalismo. Porém essa abordagem é reducionista, então, os autores propõem um episódio histórico para ensinar esse conteúdo. Seguindo as orientações desses autores e buscando romper com esse reducionismo, a unidade 4 do livro de química da 1ª série apresenta as substâncias orgânicas por meio desse episódio histórico sugerido por Vidal e Porto (2011). Outro episódio histórico presente nessa unidade é a síntese da mauveína realizada por William Henry Perkin, pesquisador que estava em busca da cura da malária. Discute-se alguns aspectos da natureza da ciência e questiona-se o que é uma descoberta científica. Questões tecnológicas, sociais e ambientais também estão presentes nessa unidade, como fabricação e os impactos ambientais do etanol combustível, vastamente utilizado no Brasil.

## Conclusões

O trabalho de planejamento, estruturação de conteúdo e elaboração do livro didático de química para a 1ª série do Ensino Médio por uma equipe multidisciplinar, comprometida com um modelo pedagógico interativo e uma aprendizagem significativa, proporcionou uma experiência e produto de trabalho sobre os quais valem pelo menos três considerações.

O primeiro desafio da equipe multidisciplinar foi encontrar a melhor maneira de todas as áreas representadas no processo conseguirem efetiva comunicação. Foram testadas leituras de



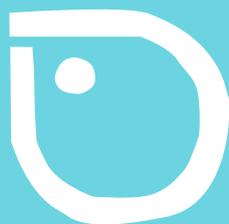
documentos, estudos e originais por cada especialista, que acabavam por colocar os textos em uma espécie de *looping*: era tardio e truncado o consenso de liberação dos textos. Foi no planejamento e estruturação realizados em reuniões, e leituras conjuntas dos originais que o consenso do grupo foi mais rapidamente estabelecido e a equipe começou a propriamente pensar de forma multidisciplinar. Essa experiência mostra como, de alguma forma, o desafio de multidisciplinaridade ainda é grande em nosso tempo, porque requer mais do que o ajuntamento de diferentes especialidades; supõem uma real comunicação (a existência de algo em comum) entre elas.

O segundo desafio da equipe foi encontrar uma maneira de realizar um modelo pedagógico com uma proposta de ensino-aprendizagem específicos para o ensino de química. Para o modelo pedagógico e proposta de ensino-aprendizagem em questão, a abordagem CTS mostrou-se um excelente caminho ao conciliar temas sócio-científicos com a alfabetização científica, auxiliando os alunos a desenvolverem habilidades e valores necessários para posicionar-se frente a questões científico-sociais.

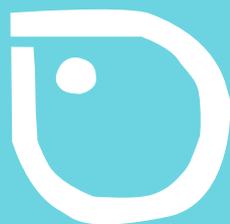
O terceiro desafio da equipe é acompanhar a recepção do material pelo público. Entendendo que chegou a um produto que atendeu as premissas que lhe foram exigidas, a equipe reconhece ter desenvolvido um livro que nitidamente se particulariza do que comumente é encontrado no mercado de livros didáticos brasileiros em estrutura, forma e conteúdo. Em rigor e adequação aos documentos educacionais brasileiros, não há diferenciação, mas na relação do livro com o aluno/leitor e com a comunidade escolar, há. É necessário, portanto, agora, acompanhar o desenvolvimento dessa geração que trabalhará com esse material, atentando para a cultura de estudo e leitura de química que o material ajudará a consolidar.

## Referências

- Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18010>
- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education international perspectives on reform* (pp. 47-59). London: Teachers College, Columbia University.
- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: perspectives and resources*. Minneapolis: SHIPS Education Press.
- Aragão, S. B. C. (2014). Alfabetização científica: concepções dos futuros professores de química. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Ausubel, D. P. (1968). *Meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Boston, MA: Kluwer.



- Brasil (2006). *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio*. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, MEC/SEMTEC. Acessado em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14\\_24.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf)
- Chaves, L. M. M. P., Santos, W. L. P., & Carneiro, M. H. S. (2014). História da Ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de química e concepções de Ciência. *Química Nova na Escola*, 36(4), 269-279.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Instituto Presbiteriano Mackenzie. Website Consultado em 2 de abril de 2016, em <http://up.mackenzie.br/ipm/>
- Lacerda, C. C., Campos, A. F., & Marcelino-Jr, C. A. C. (2012). Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta. *Química Nova na Escola*, 34(2), 75-82.
- Lufti, M. (2005). *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí: Unijuí.
- Martorano, S. A. A. (2007). *As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Química.
- Mól, G. de S., & Santos, W. L. P. dos. (Ed.). (2000). *Química na sociedade* (2.ª Ed). Brasília: Editora da UnB.
- Mortimer, E. F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 20-39.
- Oki, M. C. M. (2002). O conceito de elemento. *Química Nova na Escola*, 2(16), 21-25.
- Portela Neto, F. S. (2012). *O que estão ensinando aos nossos filhos: uma avaliação crítica da pedagogia contemporânea apresentando a resposta da educação escolar cristã*. São José dos Campos: Editora Fiel.
- Porto, P. A., & Fernandes, M. A. M. (2012). Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. *Química Nova*, 35(2), 420-429.
- Rodrigues Magalhães, S. I., & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação ciência, tecnologia, sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110. Acessado em <http://www.redalyc.org/pdf/374/37419205.pdf>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.
- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio*, 2(2),



133-162.

Sistema Mackenzie de Ensino. Website consultado em 12 de junho de 2016, em <http://sme.mackenzie.br/mackenzie>

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of chemical literacy. *International Journal of Science Education*, 27(2), 323-344.

Vidal, P. H. O., & Porto, P. A. (2011). Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o ensino de química. *História da Ciência e ensino*, 4, 13-23.