

## ANÁLISE DAS RELAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA GERAL

### *Analysis of Science-Technology-Society Interactions in General Chemistry textbooks*

Albino Oliveira Nunes <sup>1</sup>

Josivânia Marisa Dantas <sup>2</sup>

Fabiana R. G. e S. Hussein <sup>3</sup>

Ótom Anselmo de Oliveira <sup>4</sup>

**RESUMO:** Os estudos sobre as atitudes e crenças em relação às interações do trinômio C-T-S têm, reiteradas vezes, apontado para uma visão limitada que estudantes e professores possuem sobre aquelas deixando em questão como tornar essas atitudes mais críticas e reflexivas. É nesse contexto que no presente trabalho buscou-se analisar como os livros textos de química geral apresentam a ciência e suas interações com a tecnologia e a sociedade. Para tanto, foram analisados os capítulos referentes aos conceitos de ácidos e bases em nove livros, frequentemente adotados no Ensino Superior brasileiro. Os resultados demonstram uma baixa presença de discussões das relações CTS nos livros e que quando há referências às ditas relações essas se apresentam como conteúdo histórico e epistemológico.

**Palavras-Chave:** CTS. Química Geral. Ácidos e Bases.

**ABSTRACT:** Studies on behavior and beliefs related to STS (Science, Technology and Society) interactions have repeatedly pointed to the limited perspective that students and teachers have on those interactions, leaving space to questioning how to cause them to have a more critical and reflexive behavior. In this context, this work aims to analyze how General Chemistry textbooks address Science and its interactions with technology and society. For this purpose, chapters regarding the concepts of acids and bases in nine textbooks frequently used in Brazilian higher education were analyzed. The results show a small number of STS discussions in the textbooks and, when references are made to said interactions, they appear as historical and epistemological content.

**Keywords:** STS. General Chemistry. Acids and Bases.

---

<sup>1</sup> Licenciado em química (UERN), mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFRN), doutor em Química (UFRN), é docente do IFRN/Campus Mossoró. Mossoró, RN – BR. E-mail: albino.nunes@ifrn.edu.br

<sup>2</sup> Licenciada em Química (UFRN), mestre em Físico-Química (UFRN), doutora em Ciências (UNICAMP), é docente do Centro de Educação da UFRN. Natal, RN – BR. E-mail: josivaniamd@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Bacharel em Química (UFPE), Doutora em Química (UFPE), Pós-doutora em Ciência e Tecnologia pelo Institut de Chimie Minérale et Analytique da Université de Lausanne (Suíça) e pelo PPGECT da UFSC. É docente da UFBA. Salvador, BA – BR. E-mail: fabianah@ufba.br.

<sup>4</sup> Graduado em Farmácia (UFRN), doutor em Química (UNICAMP), é docente da UFRN. Natal, RN – BR. E-mail: otom@ufrnet.br

## Introdução

A educação em ciência vive uma crise que se manifesta no desinteresse pelas disciplinas e carreiras científicas (POZO e GOMES-CRESPO, 2009). Paralelo a isso, muitos dos estudantes, licenciandos e professores em atividade apresentam visões, opiniões, atitudes e concepções inadequadas sobre a ciência. A ocorrência de tais visões decorre de muitos processos, dentre os quais podemos citar o tratamento dispensado na mídia aos aspectos científicos, a visão dos professores no processo de ensino-aprendizagem e o livro didático utilizado.

Com vistas à promoção de uma alfabetização científica e tecnológica, como defendida por Cajas (2001) e Chassot (2006), é que neste trabalho centra-se o foco nesse último aspecto.

Dentro desse contexto, sabe-se que muito se tem debatido sobre o livro didático e muitos são os trabalhos que visam evidenciar alguma característica particular, como o trabalho de Abd-El-Khalick e Waters (2008) que discute a natureza da ciência em livros de química para o Ensino Médio.

Outro tema recorrente na literatura é a análise de livros sobre as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), tendo despertado o interesse de vários pesquisadores como García-Carmona (2005), que as discutiu em livros textos de eletrônica; Paschini Neto (2011) estuda tais interações em livros de ciências do Ensino Fundamental e Sousa (2019) discute a presença de conteúdo CTS em livros textos de química para o Ensino Médio brasileiro e a percepção dos professores sobre tais conteúdos.

Particularizando o ensino de química nos últimos anos, há uma profusão de trabalhos que visam caracterizar as relações CTS em livros didáticos (SANTOS e AIRES, 2016; SÁ e SANTIN FILHO, 2009; ALBA e PARGA, 2014). Há, contudo, uma aparente lacuna no que diz respeito aos manuais de química para o ensino superior, nos quais se encontram apenas os trabalhos de Malaver, Pujol e D'Alessandro (2003; 2004a; 2004b) em que se analisou os conteúdos de estrutura da matéria em livros de química geral usados no ensino superior venezuelano.

## Percurso Metodológico

A escolha dos livros que compuseram a amostra foi orientada pelo fator disponibilidade nas bibliotecas universitárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, e pelos demais títulos que se encontravam disponíveis para compra na livraria do Campus Central da UFRN, sendo eles:

Livro 1: BRADY, J. E; SENESE, F. Química: a matéria e suas transformações, vol. 2, Rio de Janeiro, 5. ed, 2009. – Capítulos 15 e 16.

Livro 2: ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006. – Capítulos 10 e 11.

Livro 3: UCKO, D. A. Química para as ciências da saúde: Uma introdução à química geral, orgânica e biológica. São Paulo: Manole, 1992. – Capítulo 7.

Livro 4: SPENCER, J. N.; BODNER, G. M; RICKARD, L. H. Química: estrutura e dinâmica. v. 2, Rio de Janeiro: LTC, 2007. – Capítulo 11.

Livro 5: KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M; WEAVER, G. C. Química Geral e reações químicas. São Paulo: Cengage Learning, 2009. – Capítulos 17 e 18.

Livro 6: MAIA, D. J.; BIANCHI, J. C. A. Química Geral: fundamentos. São Paulo: Cengage Learning, 2007. – Capítulo 5.

Livro 7: MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. Química: um curso universitário. São Paulo: Edgard Blücher, 1995. – Capítulo 5.

Livro 8: BROWN, L. S.; HOLME, T. A. Química Geral aplicada à Engenharia. São Paulo: Cengage, 2009. – Capítulos 3 e 12.

Livro 9: BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, L. H.; BURDGE, J. R. Química: a ciência central. São Paulo: Pearson, 2005. – Capítulos 16 e 17.

Para o procedimento analítico do corpus, foram adotados elementos da Análise de Conteúdo, conforme descrito por Bardin (1977). Este procedimento é iniciado pela definição da unidade de análise, escolha do material a compor o corpus, seguida de uma leitura flutuante, transcrição dos textos, categorização e, por fim, a quantificação da ocorrência das categorias no texto.

Com base na literatura (MALAVER *et al.*, 2004a), foram definidas seis categorias a priori. No entanto, durante a leitura flutuante, emergiram outras quatro categorias significativas para a análise, todas relacionadas no Quadro 1.

Desta forma, no presente artigo pretendeu-se analisar a ocorrência de conteúdo CTS nos capítulos referentes ao estudo dos ácidos e das bases em nove livros de química geral frequentemente utilizados no ensino superior brasileiro.

Quadro 1: Categorias de Análise

<b>Categorias a priori</b>	<b>Categoria a posteriori</b>
Conteúdo Químico (CQ)	Relação Química- Indústria (QI)
Relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)/ ou Química, Sociedade e Ambiente (QSA)	Explicações de fenômenos do Cotidiano (QC)
Relação Química – Sociedade (QS)	Relações Química – Biologia (QB)
Relação Química – Tecnologia (QT)	Meta-Texto (MT) <sup>5</sup>
Relação Química – Ambiente (QA) Contexto histórico-epistemológico (CHE)	

Fonte: Elaboração própria

<sup>5</sup> Usou-se o termo Meta-texto para os trechos que buscava explicar a estrutura do próprio capítulo ou livro, sem trazer informações conceituais ou procedimentais.

É oportuno destacar que, neste trabalho, considera-se o papel do sujeito na construção do conhecimento científico, de maneira que a análise de conteúdo, aqui trabalhada como um procedimento metodológico, não deve ser confundida com uma orientação positivista. Em lugar disso, como argumenta Franco (2008), trata-se de um recurso analítico capaz de fornecer informações sobre o sentido e o significado do texto.

#### ANÁLISE DO LIVRO 1:

O livro 1 apresenta em seu texto introdutório elementos relativos às interações CTS, no entanto, o corpo de texto dos capítulos 15 e 16, nos quais os conceitos de ácidos e bases são tratados, não apresentam a mesma postura, de forma que não são apresentadas ao longo do texto quase nenhuma referência a outros contextos que não o estritamente conceitual.

Pode-se perceber isso nos valores encontrados na Tabela 1, em que nota-se que dos oitenta parágrafos analisados no capítulo 15 e noventa e cinco analisados no capítulo 16, apenas dois fazem menção ao contexto-histórico epistemológico (CHE) e um à relação entre a química e a tecnologia no primeiro capítulo, representando 2,5% e 1,25%, respectivamente, e apenas um parágrafo no segundo capítulo se refere à relação entre a química e a biologia.

Sobre a ocorrência da categoria CHE, pode-se ainda fazer uma observação. A sua ocorrência nesta obra refere-se apenas à aparição pontual de datas e nomes dos “descobridores” de determinado conceito. É o caso do trecho:

Johannes Bronsted (1879-1947), químico dinamarquês, e Thomas Lowry (1874-1936), cientista britânico, reconheceram que o fato relevante na maioria das reações ácido-base é simplesmente a transferência de um próton [...] (BRADY & SENESE, 2009, p. 84).

Como se pode notar no trecho, que é representativo, o autor apenas cita de maneira descontextualizada a data e os cientistas envolvidos na descoberta, sem fazer menção às condições históricas relevantes para o desenvolvimento de tais conceitos, ou as consequências e dificuldades para a incorporação no campo de conhecimento da comunidade química.

#### ANÁLISE DO LIVRO 2:

O livro 2 foi um dos que mais apresentou aspectos CTS, com uma presença maior de aspectos do cotidiano e de química tecnológica.

Como pode ser percebido na Tabela 1, o capítulo 10 apresenta 4,6% dos parágrafos voltados à relação entre a Química e o cotidiano (QC) e 3,4% voltados à relação química – ambiente (QA). Ao passo que o capítulo 11, tem a inserção de 3,7% de aspectos do cotidiano e outros 3,7% de aspectos tecnológicos (QT). Um exemplo da inserção do contexto ambiental é mostrado a seguir:

O ácido carbônico é um componente natural importante do meio ambiente, que se forma toda vez que o dióxido de carbono se dissolve na água de lagos e do mar. Os oceanos fornecem um dos mecanismos críticos na manutenção da concentração constante de

dióxido de carbono na atmosfera [...] (ATKINS, P., JONES, 2006, p. 485).

É possível observar nesse trecho, mas também nas demais inserções de elementos contextuais, que o autor faz um esforço para vincular os conceitos trabalhados com o ambiente e com aplicações. Em coerência com os textos introdutórios que prenunciam a importância “prática” do conteúdo a ser estudado nos capítulos analisados. Pode-se também afirmar que as inserções de conteúdos para além do conteúdo estritamente conceitual da química, são feitas na obra de maneira mais consistente, em oposição às outras obras que tendem a acrescentar frases “soltas”, como pode ser percebido na análise das obras que se seguem.

Tabela 1: Frequência das categorias no corpo do texto

<b>Livro/capítulo</b>	<b>Número total de parágrafos analisados</b>	<b>Frequência das categorias</b>
Livro 1- Capítulo 15	80	CQ – 95,0%; CHE – 2,5%; MT – 1,2%; QT – 1,2%.
Livro 1- Capítulo 16	95	CQ- 95,8%; MT- 3,2%; QB – 1,0%
Livro 2 – Capítulo 10	87	CQ – 88,7%; QC- 4,6%; QA – 3,4%; CHE -1,1%; QT – 1,1%; MT – 1,1%.
Livro 2 – Capítulo 11	54	CQ – 89,0%; QT – 3,7%; QC – 3,7%; QB – 1,8%; MT – 1,8%.
Livro 3 – Capítulo 7	75	CQ – 85,3% CHE – 2,7%; QC - 4,0% ; QB- 6,7%; QT – 1,3%
Livro 4 – Capítulo 11	285	CQ – 98,2%; CHE – 1,8%; QC – 0,8%; Analogia – 0,4%
Livro 5 – Capítulo 17	116	CQ – 95,5%; QB – 0,9%; CHE – 0,9%; QC – 0,9%; MT – 1,8%.
Livro 5 – Capítulo 18	79	CQ – 95,0 %; QC – 2,5%; MT, 1,2%; QB – 1,2%
Livro 6 – Capítulo 5	122	CQ – 87,7%; CHE – 5,7%; QI – 4,1%; QC – 1,6%; MT – 0,8%.
Livro 7 – Capítulo 5	83	CQ – 97,6%; CHE – 3,6%; MT – 2,4%
Livro 8 – Capítulo 3	11	CQ – 91,0%; QI/QA – 9,0%
Livro 8 – Capítulo 12	20	CQ – 95,0%; CHE – 5,0%
Livro 9 – Capítulo 16	144	CQ- 95,1%; CHE – 2,8%; MT – 0,7%; 1,4%.
Livro 9 – Capítulo 17	54	CQ – 85,3%; MT – 1,8%; QT – 3,7%; QB – 3,7%; QC – 3,7%; QI

		- 1,8%
--	--	--------

Fonte: Elaboração própria

### ANÁLISE DO LIVRO 3:

O livro 3 apresentou poucos parágrafos com referência a contextos externos à química, contudo, tendo em vista que este livro foi um dos que não mostrou, em seu texto de apresentação, uma referência direta a esses aspectos, é relativamente surpreendente sua inserção.

Dentre setenta e cinco parágrafos analisados, cinco (6,7%) apresentam a relação entre os conceitos químicos e biológicos, três (4,0%) citam aspectos do cotidiano, dois (2,7%) abordam o contexto histórico-epistemológico e um parágrafo (1,3%) fala de aspectos tecnológicos associados ao conhecimento químico.

Tendo em vista que o livro é indicado para estudantes de ciências da saúde, percebe-se a ênfase em aspectos biológicos, como se pode notar nos seguintes trechos destacados a seguir:

“Para o corpo humano funcionar adequadamente, o pH de seus fluidos deve ser mantido dentro de certos limites bem próximos. Por exemplo, o pH do sangue deve ficar entre 7,35 e 7,45 [...]” (UCKO, 1992, p. 226).

“O principal tampão do plasma sanguíneo consiste de ácido carbônico,  $H_2CO_3$  (esta fórmula representa o dióxido de carbono em água,  $H_2O + CO_2$ ) e íon hidrogenocarbonato (bicarbonato) [...]” (UCKO, 1992, p. 227).

É exemplo do uso de referências ao cotidiano o trecho a seguir:

“Por exemplo, produtos usados para limpar encanamentos de pias entupidas podem conter a base hidróxido de sódio. O hidróxido de sódio converte as graxas [...]” (UCKO, 1992, p. 212).

E, por fim, destaca-se a referência ao equipamento pHmetro, como uma forma de inserção dos aspectos tecnológicos relacionados à química, do qual encontra-se poucas referências nos demais livros.

“Um pHmetro (leia peagâmetro), mostrado na figura 7-4, mede o pH de uma solução com mais precisão. Ele faz uso de um dispositivo sensorial especial chamado eletrodo de vidro, que responde à concentração de íons [...]” (UCKO, 1992, p. 216).

### ANÁLISE DO LIVRO 4:

Diferente de seu texto de apresentação, o livro 4 traz uma abordagem estritamente voltada aos conteúdos químicos desvinculados das relações CTS e do contexto histórico-epistemológico no qual esse conhecimento está inserido. Dos duzentos e oitenta e cinco (285) parágrafos analisados nesse texto, apenas cinco (1,8%) abordam alguns aspectos histórico-epistemológicos, dois (0,7%) apresentam algum aspecto cotidiano e um parágrafo traz uma analogia.

Nota-se ainda que mesmo o contexto histórico-epistemológico encontrado no texto, é episódico e meramente ilustrativo, como o trecho a seguir:

Em 1909, o bioquímico dinamarquês S. P. L. Sorenson propôs um modo de descrever convenientemente uma faixa grande de concentrações. Sorenson trabalhou em um laboratório da Cervejaria Carlsberg para aplicar métodos científicos ao estudo das reações de fermentação envolvidos no preparo da cerveja [...] (SPENCER et al., 2007, p. 58).

Não há no texto, a preocupação de esclarecer o contexto histórico, o papel da indústria, ou quaisquer conceitos/informações relacionados ao tema que não se restrinjam aos conceitos químicos.

#### ANÁLISE DO LIVRO 5:

O livro em questão constituiu-se como grupo único na análise dos textos introdutórios a apresentar uma relação entre a química e a biologia. À semelhança com outros livros, a mesma preocupação não persiste ao longo do texto.

Nos capítulos analisados, a predominância do conteúdo químico ficou em torno de 95% do total de parágrafos. Cada capítulo apresentou um parágrafo abordando as categorias QB e QC, enquanto o primeiro ainda apresentou um parágrafo com a categoria CHE.

Destaca-se dentre os parágrafos encontrados o seguinte:

Ácidos e bases estão entre as substâncias mais comuns na natureza. Aminoácidos, por exemplo, são os elementos fundamentais das proteínas. O pH de lagos, rios e oceanos é afetado por ácidos e bases dissolvidos, além disso, nossas funções corporais também dependem de ácidos e bases (KOTZ et al., 2009, p. 703).

Nota-se aqui a referência feita à relação entre a química e a biologia, mas a inserção dessa referência é pontual e não se relaciona com os conceitos abordados.

#### ANÁLISE DO LIVRO 6:

Já o livro 6, à semelhança dos livros anteriormente apresentados, mostram mais uma vez a grande predominância da categoria CQ sobre as demais, onde 87,7% dos parágrafos analisados apresentam exclusivamente esta categoria. Outras quatro categorias apareceram em menor proporção CHE (5,7%), QI/QT (4,1%), QC (1,6%) e Meta-texto (0,8%).

Merecem destaque entre essas categorias, as duas primeiras. Apesar de ter uma frequência significativa nas primeiras páginas do texto, o contexto histórico-epistemológico apresentado pela obra fica restrito em sua maior parte à citação dos cientistas que propuseram as definições e as datas na qual o fizeram. Uma exceção a essa abordagem é o trecho a seguir:

“Tais definições são bem restritas, pois somente são aplicáveis às soluções aquosas. Mesmo assim, merecem nossa atenção, pois grande parte das transformações químicas em nosso planeta ocorre em soluções aquosas” (p. 118). Aqui nota-se a preocupação em apresentar limitações do conceito ácido-base em

questão, apenas acrescentando a ideia expressa no início do capítulo sobre a existência vários conceitos sobre ácido-base, o que justifica a limitação citada.

A segunda categoria em questão (QI/QT) mostra-se bastante interessante dentro do contexto do capítulo, uma vez que o autor traz dentro do corpo do texto pequenos parágrafos sobre três ácidos e três bases comuns na indústria e aponta seus principais usos. Contudo, a abordagem dada pode ser tida como superficial e breve, não discutindo os processos de obtenção e distribuição (aspectos tecnológicos) ou o impacto social, econômico ou ambiental. Pode-se notar essa nuance no trecho a seguir:

Líquido incolor e corrosivo, é um ácido forte e bom agente oxidante. A maior parte de sua produção é utilizada na indústria de fertilizantes (cerca de 80%), na forma de nitratos  $\text{NO}_3^-$  como, por exemplo, o nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ); Também é usado na fabricação do náilon ( $\approx 8\%$ ) e medicamentos.

Apesar de nossa atmosfera seca ser composta de aproximadamente 80% de gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), transformar esse gás em ácido nítrico não é tarefa fácil: é preciso percorrer várias etapas, recorrer ao auxílio de catalisadores, altas pressões e temperaturas para fazer a conversão (MAIA & BIANCHI, 2007, p. 124).

#### ANÁLISE DO LIVRO 7:

Este livro trata-se de um dos exemplares mais antigos da amostra, em cujo texto de apresentação descreve, quase que exclusivamente, aspectos conceituais da química. Em semelhança com os demais livros, citam aspectos históricos em uma pequena proporção no início do capítulo de forma ilustrativa. Nos trechos a seguir fica clara essa intenção:

A classificação das substâncias como ácido foi inicialmente sugerida por causa do sabor (Latim acidus = azedo; acetum = vinagre). Alkalis (Arábico al kali = cinzas de uma planta) foram tomados como as substâncias capazes de reverter ou neutralizar o efeito dos ácidos [...] (MAHAN & MYERS, 1995, p. 110).

“Em 1923, as considerações que acabamos de descrever culminaram numa conceituação de ácidos e bases mais poderosa e geral denominada definição de Lowry-Bronsted [...]” (MAHAN & MYERS, 1995, p. 111).

O texto em questão apresenta, dentre os oitenta e dois parágrafos analisados, três com referência a aspectos históricos-epistemológicos (3,6%), e dois parágrafos de meta-texto (2,4%).

#### ANÁLISE DO LIVRO 8:

Neste livro, observou-se uma pequena ou escassa relação com as categorias de análise. Dentre os onze parágrafos de texto referentes ao conteúdo analisado no capítulo 3, e vinte parágrafos do capítulo 12, apenas um faz referência a aspectos industriais/ambientais (QI/QA) e um a aspectos históricos epistemológicos (CHE),

respectivamente. Desta forma, apenas 3,2 % do texto não trata exclusivamente de conceitos químicos.

A seguir transcreve-se o parágrafo do capítulo 3:

Vários produtos estão disponíveis comercialmente para eliminar derramamentos de ácidos, e todos eles se apoiam na neutralização. Caracteristicamente, emprega-se uma mistura de compostos como o carbonato de cálcio, o óxido de magnésio e o carbonato de sódio, em geral juntos com um corante que muda de cor quando o derramamento ácido foi neutralizado (BROWN, L. S; HOLME, 2009, p. 95).

Neste trecho nota-se uma tentativa de contextualizar os conceitos abordados, contudo, dentro do texto analisado, configura-se como um ponto isolado, da mesma forma, que o seguinte parágrafo:

Nossa definição inicial de ácidos e bases na Seção 3.3 envolveu a formação de íons hidrônio (para ácidos) ou hidróxidos (para bases). Essa definição é atribuída a Svante Arrhenius, mas pode ser expandida para incluir soluções não aquosas, entre outras coisas. Formulada independentemente em 1923 por dois químicos, Johannes Bronsted, na Dinamarca, e Thomas Lowry, na Inglaterra, a definição de Bronsted-Lowry faz exatamente isso. De acordo com essa definição, um ácido de Bronsted-Lowry [...] (BROWN, L. S; HOLME, p. 503)

Nota-se, nesse trecho, mesmo no único parágrafo a abordar o contexto histórico-epistemológico, que o livro o faz sob a ótica dos “grandes cientistas”, com ênfase nas datas, sem abordar aspectos sociais da ciência ou como as limitações de determinado conceito podem promover revoluções científicas.

#### ANÁLISE DO LIVRO 9:

Por fim, o último livro analisado segue o mesmo padrão dos demais. Nos dois capítulos que compuseram o corpus de análise nota-se uma baixa aparição de um contexto para os conceitos abordados, conforme já visto na Tabela 1.

Percebem-se dois exemplos de como o capítulo traz informações sobre a relação da química com a tecnologia e da química no contexto industrial.

De forma breve, o medidor de pH consiste em um par de eletrodos conectados a um medidor capaz de medir pequenas voltagens, na ordem de milivolts. Uma voltagem, que varia com o pH, é gerada quando os eletrodos são colocados em certa solução [...] (BROWN et al., p. 575).

A purificação do minério de alumínio na fabricação do alumínio metálico fornece uma aplicação interessante da propriedade do anfoterismo [...]. Entretanto, a impureza de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  não é anfótera e permanece como sólido. O hidróxido de alumínio é, depois, precipitado pela adição de um ácido [...] (BROWN et al., p. 639).

Nota-se, além da análise quantitativa de aparição de cada categoria, que as mesmas são apresentadas de maneira ilustrativa e superficial, ainda que tragam informações interessantes, não há no texto uma ênfase que apresente a importância daqueles conhecimentos.

Os achados da pesquisa apontam em direção oposta a estudos anteriores (NUNES et al., 2012), nos quais se nota que os textos introdutórios dos mesmos livros apresentavam a importância de conteúdos relacionados às relações CTS. Porém, vão ao encontro dos resultados apresentados para o conteúdo de estrutura da matéria por Malaver, Pujol e D'Alessandro (2003; 2004a; 2004b) em que se notou baixa ocorrência de tais conteúdos e a predominância do estilo de prosa denominado como "conhecimento em ciência". Assim, o presente estudo revela que, passada mais de uma década, e com edições diferentes para os livros adotados na Venezuela e no Brasil, parece não haver mudanças significativas nesse sentido.

Diferente do que ocorre no caso dos livros brasileiros de ensino médio que os estudos mais antigos (SÁ e SANTIN FILHO, 2009) apontam para uma quase inexistência de conteúdo relacionado ao CTS e em um trabalho mais recente Sousa (2019) encontra algum nível de abordagem CTS na maior parte das obras adotadas no PNLDEM (2018), o que ratifica os achados de Santos e Aires (2016).

Assim, percebe-se que ao passo que os livros adotados para os estudantes do ensino médio avançaram, neste sentido, nas últimas décadas os livros adotados para a formação docente inicial permanecem quase inalterados.

## Considerações Finais

A leitura dos capítulos relacionados aos conceitos centrais desta análise revelou que os livros de química geral adotados nas Instituições de Ensino Superior do Rio Grande do Norte não apresentam apreciavelmente as relações CTS/QSA em seus textos. Pode-se notar que em um grupo de livros é reconhecida, em seus textos introdutórios, a importância ambiental, econômica, tecnológica e biológica dos ácidos e bases, mas em sua quase totalidade não ofertam de maneira consistente informações para que o estudante compreenda essa importância. Além de suprimir uma análise crítica sobre os possíveis impactos de algumas dessas substâncias ao ambiente.

Mesmo com essa quase inexistência, alguns pontos relevantes puderam ser observados:

O corpo do texto e exercícios são as seções onde raramente aparecem referências às categorias analisadas, e mesmo quando aparecem não fazem uma abordagem mais detalhada, restringindo-se em geral a uma referência episódica, principalmente quando se trata do CHE, onde a maior parte dos livros apenas apresenta datas e nomes dos cientistas envolvidos na elaboração dos conceitos;

Diante destas constatações, percebe-se que há uma lacuna quanto às relações CTS abordados no ensino superior, especificamente, relativas aos conceitos de ácidos e bases, o que poderia ser um entrave à adoção deste enfoque para as disciplinas de Química geral. Três possibilidades de superação deste obstáculo seriam:

- 1) Reformulação dos materiais existentes;
- 2) Elaboração de materiais complementares;
- 3) Que cada professor tivesse condições de elaborar seus cursos de maneira a contemplar tais relações.

A primeira solução demandaria um esforço no sentido de mudar a linha editorial de publicações e acarretaria grandes custos financeiros às instituições que precisariam adquirir novo acervo.

Por outro lado, a produção de materiais didáticos individualizados demandaria conhecimentos aprofundados do professor de química geral sobre o referencial CTS, e bastante tempo para preparar cada um dos tópicos da disciplina, parece ser pouco viável como solução em larga escala. Assim, a curto prazo, a segunda proposição parece ter maior viabilidade.

## Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; WATERS, M.; LE, A. Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades, **Journal Of Research In Science Teaching**, Urbana-Champaign, v. 45, n. 7, p. 835-855, 2008.

ALBA, D.; PARGA, A. Análisis de los contenidos CTSA en los libros de texto de química. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Bogotá, v. extraordin., p. 711–718, 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 19. n. 2, p. 243-254, 2001.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 4. ed., Ijuí: Unijuí, 2006.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. ed., Brasília, DF: Liber Livro, 2008.

GARCIA CARMONA, A. Relaciones CTS en el estudio de la contaminación atmosférica: una experiencia con estudiantes de secundaria. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 4, n. 2, 2005. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART3\\_Vol4\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N2.pdf) Acesso em: 29 abril. 2020.

MALAVAR, M.; PUJOL, R.; D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. Análisis de los estilos de prosa, el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad e imagen de la ciencia en textos universitarios de Química General. **Educación Química**, Coyoacán, v. 14, n. 4, p. 232-239, 2003.

MALAVAR, M.; PUJOL, R.; D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. Imagen de la ciencia y vinculaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad en textos universitarios de Química General. **Revista de Pedagogía**, v. 25, n. 72, p. 95–121, 2004.

MALAVAR, M.; PUJOL, R.; D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. Los estilos de prosa y el enfoque ciencia-tecnología-sociedad en textos universitarios de química general. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 22, n. 3, p. 441–453, 2004.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M.; HUSSEIN, F. R. G. S.; OLIVEIRA, O. A. Análise de conteúdo CTS/QSA em livros de química geral. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Sociedade Brasileira de Química, 2012. Disponível em: <portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7896https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7896>. Acesso em: 29 abril,. 2020.

PASCHINI NETO, M. **Movimento Ciência-Tecnologia- Sociedade ( CTS ) nos Textos sobre Astronomia em Livros Didáticos de Ciências do Ensino Fundamental**. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2011.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

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

SANTOS, V. W. DOS; AIRES, J. A. A abordagem CTS em livros didáticos de química : uma análise do conteúdo Pilhas . *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Química, 2016. Disponível em: < www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0587-1.pdf>. Acesso em: 29 abril. 2020.

SOUSA, Ivanessa Castro de. **O livro didático e o enfoque CTS: possibilidades para o estudo dos gases no ensino médio**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural, Mossoró, 2019.