

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Programa de Pós-Graduação
em Química



POSSIBILIDADES DE ENFOQUE CTS PARA O ENSINO SUPERIOR
DE QUÍMICA: Proposta de uma abordagem para ácidos e bases

Albino Oliveira Nunes

Tese de Doutorado
Natal/RN, julho de 2014

ALBINO OLIVEIRA NUNES

**POSSIBILIDADES DE ENFOQUE CTS PARA O ENSINO SUPERIOR DE
QUÍMICA: PROPOSTA DE UMA ABORDAGEM PARA ÁCIDOS E BASES**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Doutor em Química.

Orientador: Dr. Ótom Anselmo De Oliveira
Coorientadora: Dra. Josivânia Marisa Dantas
Coorientadora: Dra. Fabiana R. G. E Silva Hussein

Natal – RN
Abril de 2014

UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede.
Catalogação da Publicação na Fonte.

Nunes, Albino Oliveira

Possibilidades de enfoque CTS para o ensino superior de química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases / Albino Oliveira Nunes. – Natal, RN, 2014.

226 f. : il.

Orientador: Prof. Ótom Anselmo de Oliveira.

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Josivânia Marisa Dantas.

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabiana R. G. E Silva Hussein

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Química.

1. Ensino superior - Tese. 2. Material didático - Tese. 3. Ácidos e bases- Tese. 4. Química geral - Tese. 5. CTS- Tese. I. Oliveira, Ótom Anselmo de. II. Dantas, Josivânia Marisa. III. Hussein, Fabiana R. G. e Silva. IV Universidade Federal do Rio Grande do Norte. V. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 378

Albino Oliveira Nunes

POSSIBILIDADES DE ENFOQUE CTS PARA O ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA: Proposta de
uma abordagem para ácidos e bases

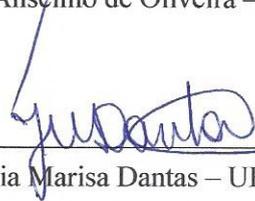
Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Química.

Aprovada em: 28 de julho de 2014.

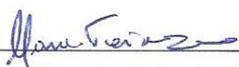
Comissão Examinadora:



Dr. Otom Anselmo de Oliveira – UFRN (orientador)



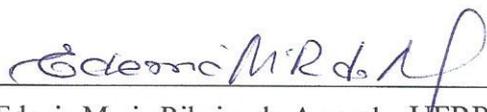
Dra. Josivânia Marisa Dantas – UFRN (Co-orientadora)



Dra. Marcia Teixeira Barroso – UFRN



Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira – UTFPR



Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral – UFRPE

Liberdade é uma palavra que o sonho humano alimenta, não há ninguém que explique e ninguém que não entenda. (Cecília Meireles)

A meus pais que me ensinaram mais que qualquer livro. E, sobretudo, sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é sempre um privilégio para quem o faz. É recordar os abraços, carinho, apoio, olhares sinceros, escuta atenta, exemplos, repreensões, afetos e uma infinidade de pequenos gestos que se somam ao longo de uma trajetória.

Agradeço a Deus, que mesmo diante da minha incompreensão, acredito que cuidou e cuida de mim em meus tropeços e descaminhos.

Começo meus agradecimentos terrestres por aqueles que mais intensamente me amam. Agradeço aos meus pais que durante todos esses anos me ensinaram o valor do trabalho, dos estudos, da dedicação e da paciência. Sou imensamente grato, pelas inúmeras vezes que minha mãe me repreendeu e o sarcasmo bem humorado do meu pai, sem eles eu não seria a mesma pessoa. São meus coautores, nesse trabalho, em outros e na vida.

Ao meu irmão, que sempre foi um modelo, um ideal a ser alcançado, mesmo que muitas vezes não tenha conseguido, me espelhar nele me fez sempre melhor. Devo a ele a minha escolha pela docência, pelas ciências naturais, pela área de ensino. Estarei eternamente em dívida.

À Anne Gabriella (Gaby), minha amiga de longa data, minha irmã por adoção. Devo-lhe muito pelo carinho, atenção e puxões de orelha.

A Souto, outro amigo incansável e companheiro de caminhada na linha de Ensino. Sua postura pessoal me inspirou muito.

À minha coorientadora Profa. Josivânia, que acompanhou de maneira mais próxima toda a minha trajetória de pós-graduação, e tornou-se uma grande amiga. Sentirei muitas saudades de todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Ótom Anselmo, que muito gentilmente aceitou me orientar, e que ao longo desses quatro anos sempre me surpreendeu com sua postura serena. Para além de tudo que me ensinou sobre a química, me mostrou como ser um ser humano melhor.

À minha coorientadora Profa. Fabiana Roberta, a primeira que abriu as portas para mim na pós-graduação em química. A ela devo duplamente essa conquista, por ter me aceito como orientando, e por ter lutado para inserir a linha de pesquisa em Ensino na pós. Lembrarei sempre do seu sorriso e da forma afável de tratar a todos os orientandos.

A todos os professores que gentilmente fizeram parte da avaliação do material didático (Márcia Gorete, Luiz Di Souza, Anne Gabriella, Denilson, Michele, Márcia Teixeira, Vinícius, Francisco Souto, Melquisedeque). Obrigado pelas contribuições e pela disponibilidade de tempo em me ajudar.

Às professoras Midori, Carla e Ana Cristina que participaram da qualificação desse trabalho, e muito contribuíram com seus questionamentos, críticas e sugestões.

A todos os meus amigos que suportaram meu mau humor, minhas ausências, minhas tristezas. Sem eles o caminhar teria sido mais árduo e menos frutífero.

A todos que ajudaram direta ou indiretamente na elaboração dessa tese, meu sincero agradecimento.

Agradeço, por fim, a todos que fizeram parte dessa minha trajetória, àqueles me ajudaram diretamente e mesmo àqueles que foram obstáculos. Nosso crescimento se faz pelo apoio, mas também pela contraposição, meu sincero respeito e atenção.

Resumo

A educação científica tem passado por um período de redefinições, contestações e novas contribuições oriundas da pesquisa em ensino de ciências. Um dos aportes é a ideia de um letramento científico e tecnológico que não apenas permita ao cidadão conhecer a ciência, mas também compreender aspectos sobre a construção e motivações da pesquisa científica e tecnológica. Em consonância com esse pensamento, têm-se os estudos no campo Ciência-Tecnologia-Sociedade que, desde a década de 70, vem contribuindo para o ensino e aprendizagem de ciências nos moldes de uma compreensão das interrelações com a sociedade, nos países ocidentais do hemisfério norte. Aqui no Brasil, esse enfoque começou a ganhar projeção a partir da década de 90, quando ocorreram as publicações das primeiras dissertações sobre o tema. Atualmente, percebe-se claramente a influencia desse enfoque nas orientações curriculares nacionais para o ensino médio na área de ciências naturais e exatas (PCN, PCN+, OCN), e também nos livros adotados pelo Programa Nacional do Ensino Médio. Parece, no entanto, haver uma lacuna, no tocante à discussão dos componentes curriculares específicos ofertados no ensino superior sob esse enfoque. Assim, neste trabalho propôs-se a inserção do enfoque CTS, mediante a elaboração de material didático complementar, sobre os conceitos de ácidos e bases estudados na disciplina Química Geral, voltado às licenciaturas de ciências naturais. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica cujo objetivo era construir o estado da arte sobre esses conceitos na literatura específica de ensino de ciências, subdividido em duas etapas: estudo sistemático (com dezesseis periódicos escolhidos segundo o Qualis-Capes) e um estudo assistemático com busca direta em bases de dados e referências citadas nos artigos do estudo sistemático. Os trabalhos encontrados foram analisados segundo análise de conteúdo nos quais as categorias escolhidas *a priori* foram o nível de ensino, os conceitos ácido-base adotados e a estratégia/referencial teórico de ensino adotado. Uma segunda etapa foi a identificação das atitudes e crenças CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e QSA (Química-Ambiente-Sociedade) de estudantes de cursos de formação de professores e tecnológicos em três instituições distintas: UTFPR, UFRN e IFRN. Nesse estudo foram utilizados dois questionários, compostos respectivamente por uma escala de Likert, uma escala de diferencial semântico e questões abertas. A confiabilidade dos dados quantitativos foi estimada pelo método do alfa de Cronbach, e os dados tratados segundo a estatística clássica, usando como medidas de centralidade a média e, de dispersão, o desvio médio. Os dados qualitativos foram abordados segundo a análise de conteúdo, com categorias que emergiram da leitura das respostas. Na terceira etapa foi analisada a presença de conteúdo CTS e QSA nos capítulos que abordavam os conceitos de ácidos e bases em nove livros de Química Geral, frequentemente usados nos cursos superiores de instituições públicas do Rio Grande do Norte. Os resultados mostram que há pouca presença de propostas com enfoque CTS e QSA para o ensino sobre ácidos e bases, e estando essas voltadas ao ensino médio ou para as disciplinas de Instrumentação para o Ensino, não sendo encontrada nenhuma proposta para a disciplina de Química Geral. As atitudes e crenças dos estudantes indicam a presença de uma visão positivista, apoiada nos mitos da neutralidade de C&T e na perspectiva salvacionista de sua intervenção. A análise dos livros revelou que quase não se encontram conteúdos CTS e QSA nos capítulos analisados e, quando encontrados, eles estão apresentados de maneira desconexa com o corpo de texto principal. Por fim, como

proposta para contribuir com a solução do problema de ausência de propostas CTS nos livros de Química Geral, assim como as atitudes positivistas dos estudantes, foi desenvolvido um material didático a ser usado na disciplina de Química Geral no Ensino Superior. O material está estruturado para trazer uma visão histórica da elaboração dos conceitos, apresentar o uso dos materiais, dos processos industriais e tecnológicos e as consequências socioambientais dessas atividades.

Palavras-Chave: Ácidos e Bases, Material Didático, Ensino Superior, Química Geral, CTS

Abstract

Scientific education has been passing by redefinitions, contestations and new contributions from the research on science teaching. One contribution is the idea of science and technology literacy, allowing the citizens not only knowing science but also understand aspects on the construction and motivation of scientific and technological research. In accordance with this idea, there is the Science-Technology-Society (STS) studies which, since the 1970s, has been contributing for science teaching and learning according to the comprehension of the relationships with society in the Western countries of the North. In Brazil, this approach began to gain projection from the 1990s when the first essays on the theme were published. Currently, there is a clear influence of this approach on the national curriculum guidelines, especially for the area of Natural Sciences, and also on the textbooks chosen by the High School National Program (Programa Nacional do Ensino Médio). However, there seems to be a gap in relation to the discussion on the specific curricular component seen in college on this approach. Thus, this study aims at adopting the approach STS, face to the preparation of complimentary educational material on acid and bases concepts studied in the course of General Chemistry of the Natural Sciences graduation program. To this end, it was performed a bibliographical research aiming at making the state-of-the-art in in these concepts in specific literature to science teaching. It is divided in two stages: systematic study (with sixteen journals chosen according to Qualis-Capes and an unsystematic study with direct search in databases and references in the papers of the systematic study. The studies had their content analyzed and the categories chosen a priori were the level of education, the acid-base theory adopted, and the strategy/theoretical frame of reference adopted. A second stage aimed at identifying attitudes and beliefs on STS (Science-Technology-Society) and CSE (Chemistry-Society-Environment) of students in the teacher and technologist training course in three different institutions: UTFPR, UFRN and IFRN. In this study, it was used two questionnaires, composed of a Likert scale, semantic differential scale and open questions. The quantitative data reliability was estimated through Cronbach's alpha method, and the data were treated according to classic statistics, using the mean as the centrality measures, and the mean deviation as dispersion. The qualitative data were treated according to the content analysis with categories taken from the reading of answers. In the third stage, it was analyzed the presence of STS and CSE content in chapters on acid and bases concepts of nine General Chemistry textbooks, frequently used in graduation programs in public institutions of the state of Rio Grande do Norte. The results showed that there are few proposals of acid and bases teaching, and they are generally aimed at High School or at instrumentation for teaching courses, and no course for General Chemistry. The student's attitudes and beliefs show the presence of a positivist point of view based on the concept of Science and Technology neutrality and the salvation of its mediation. The books analysis showed just a few content on STS and CSE are found in the studied chapters, and they are generally presented disjointedly in relation to the rest of the main text. In the end, as suggestion to solve the absence of proposals STS in General Chemistry books, as well as the student's positivist attitudes, it was developed some educational material to be used in the course of General Chemistry at College. The material is structured to introduce a historical view of the concepts preparation, present the use of materials, the industrial and technological processes, and social and environmental consequences of this activities.

Keywords: Acid and Bases, Educational Material, Higher Education, General Chemistry, STS

Lista de Tabelas

Tabela 1: Periódicos da amostra.....	30
Tabela 2: Período, País e Número de Artigos	32
Tabela 3: Perfil dos periódicos – estudo sistemático.....	40
Tabela 4: Artigos por periódico.....	43
Tabela 5: Perfil dos periódicos – estudo assistemático	51
Tabela 6: Distribuição de trabalhos nos ENPEC´s.....	76
Tabela 7: Ocorrência de preocupações	77
Tabela 8: Matriz de Conceitos sobre CTS.....	77
Tabela 9: Respondentes do Questionário 1	90
Tabela 10: Respondentes do Questionário 2	90
Tabela 11: Perfil de Instituições Pesquisadas.....	90
Tabela 12: Alfas de Cronbach por escalas e amostras.....	93
Tabela 13: Visões sobre relações CTS	99
Tabela 14: Crenças sobre Química e Sociedade.....	100
Tabela 15: Atitudes sobre a química	102
Tabela 16: Autoestima sobre aprendizagem em química.....	104
Tabela 17: Correlações no primeiro questionário.....	106
Tabela 18: Correlações no segundo questionário	106
Tabela 19: Categorias de Análise.	167
Tabela 20: Resultados dos livros L3, L5, L7 e L8	170
Tabela 21: Resultados dos livros L1, L2, L4, L6 e L9	171
Tabela 22: Frequência das categorias no corpo do texto.....	179
Tabela 23: Frequência das categorias nos livros	186
Tabela 24: Perfil dos Avaliadores	200
Tabela 25: Avaliadores por módulo	200
Tabela 26: Disciplinas indicadas	201

Lista de Figuras

Figura 1: Artigos publicados na QN.....	33
Figura 2: Visões sobre relações CTS (UTFPR).....	95
Figura 3: Visões sobre relações CTS (UTFPR).....	95
Figura 4: Atitudes em Relação QS - UTFPR	97
Figura 5: Crenças e Atitudes CTS – IFRN	97
Figura 6: Crenças e Atitudes CTS por categoria – IFRN	98
Figura 7: Atitudes em Relação QS - IFRN.....	99
Figura 8: Atitudes em relação a Química	101
Figura 9: Atitudes sobre a química por curso.....	103
Figura 10: Auto-estima sobre aprendizagem em química.....	104
Figura 11: Auto-estima sobre aprendizagem em química por curso.....	105

Lista de Abreviaturas

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
AC	Alfabetização Científica
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
C&T	Ciência e Tecnologia
CERP	Chemistry Education Research and Practice
CHE	Contexto Histórico Epistemológico
CQ	Conteúdo Químico
EQ	Revista Educación Química
EC	Revista Enseñanza de las Ciencias
Eu	Revista Eureka
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
IEC	Revista Investigações em Ensino de Ciências
JCE	Journal of Chemical Education
LCT	Letramento Científico e Tecnológico
MT	Meta-texto
PLACTS	Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade
PNLDEM	Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio
PPGFCET	Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
QSA	Química-Sociedade-Ambiente
QC	Explicações químicas de fenômenos do cotidiano
QI	Relação Química-Indústria
QT	Relação Química-Tecnologia
QA	Relação Química-Ambiente

QS	Relação Química-Sociedade
QN	Revista Química Nova
QNEsc	Química Nova na Escola
RP	Resolução de Problemas
REEC	Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias
STS	Science-Technology-Society
USP	Universidade de São Paulo
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UNB	Universidade de Brasília
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UERN	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
TIC's	Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA E OBJETIVOS	20
OBJETIVO GERAL	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
TESE	22
CAPITULO 2: O ENSINO DOS CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES: UM OLHAR NA LITERATURA	26
CAPITULO 3: OS ESTUDOS CTS E A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA	64
CAPÍTULO 4: ATITUDES E CRENÇAS CTS E QSA DE ESTUDANTES: UM ANÁLISE QUANTITATIVA.....	86
CAPÍTULO 5: ATITUDES E CRENÇAS CTS DE ESTUDANTES: UMA ANÁLISE QUALITATIVA.....	129
CAPITULO 6: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA GERAL..	165
CAPÍTULO 7: PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO	192
CAPÍTULO 8: CONSIDERAÇÕES FINAIS	224

APRESENTAÇÃO

A tese que ora é apresentada é fruto de muitos encontros e desencontros, de normas e quebra de padrões. E apresenta em sua elaboração aspectos próprios das contradições na qual foi escrita, pensada e sonhada.

O primeiro a ser dito sobre ela é que é a tese de um professor. Que foi escrita nos intervalos de aula, no meio de correção de provas, entre reuniões pedagógicas e planos de curso.

Entrei no doutorado quatro meses depois de ingressar como professor no IFRN, então me formei professor enquanto me fazia doutor, e muito das escolhas foram feitas mediante esse contexto.

Outro fato relevante a ser mencionado é que esta é uma tese de educação química gestada dentro de um Instituto e de um Programa de Pós-Graduação em Química, portanto, traz em si aspectos híbridos das minhas duas áreas de formação. Demasiado longa para ser uma tese em química, e demasiado direta para os moldes da educação. Escrita integralmente no impessoal, e com uma apresentação pessoal.

Ela se equilibra, por assim dizer, entre dois mundos distintos. Mas antes de depor contra si, esse trânsito entre as ciências naturais e as ciências sociais confere uma estreita relação com o referencial teórico CTS, norteador da proposta. Ao necessitar dos conhecimentos químicos, mas também de outros campos teóricos, principalmente das ciências humanas e sociais, tenta contribuir para a superação da dicotomia clássica das ciências, já apontada por Charles. P. Snow. E se insere na Educação Química, cujas origens e características apontam para esse transitar.

Para seu entendimento há que se levar em conta como se deu meu processo de formação e minhas experiências escolares. Desde muito novo estive envolvido com a tentativa de uma compreensão das relações sociais, das desigualdades, da miséria e dos processos históricos que transformaram nosso povo no que é hoje. Como tantos outros estudantes de ensino médio, tinha na figura do cientista social a personificação de alguém consciente e engajado, e, em oposição via o cientista natural como alguém demasiado inteligente, mas alienado, sem a exata compreensão de nossa conjuntura e sem percepção próxima da humanidade.

Quase no final do ensino médio essa concepção foi se modificando e, exemplos de meus professores e de alguns cientistas que apareciam na mídia, me fizeram pensar

que para conseguir uma compreensão mais próxima do real, era preciso ser letrado também sobre o mundo natural. A partir daí, ingressei na licenciatura em química, onde meus esforços intelectuais me direcionaram para tentar compreender os aspectos sociais presentes nas ciências naturais e os aspectos naturais nas ciências sociais.

Desse ponto vem a identificação com o referencial teórico, que iniciou na graduação, foi aprofundado no mestrado e mais uma vez guiou a elaboração dessa tese.

Por outro lado, a escolha do tema dessa tese foi uma sugestão da professora Márcia Gorette. Mediante um esforço inicial que fazíamos (orientadores e eu) para encontrar um conteúdo a ser estudado, a proposta de trabalhar com ácidos e bases foi muito bem recebida, por vários motivos.

Meu orientador é inorgânico de formação e já vinha estudando, do ponto de vista teórico, esses conceitos. Ácidos e Bases é um conteúdo encontrado nos programas de Química Geral, disciplina à qual queríamos direcionar o projeto, tendo em vista que ministrava essa disciplina e assim teria maior facilidade de desenvolver a proposta. Além do fato de que a natureza dos conceitos me intrigava desde a disciplina Filosofia da Ciência, cursada no mestrado. Diferente de outros campos da ciência, onde a adoção de novas teorias e modelos por vezes levam ao “esquecimento” dos anteriores, me parecia estranho que ainda se usem na atualidade simultaneamente os conceitos desenvolvidos pelos pesquisadores Arrhenius, Bronsted, Lowry e Lewis. A essa inquietação, somou-se a percepção de que haviam outros conceitos/definições mais recentes e mais gerais, que são pouco conhecidos e pouco aplicados.

Dessa forma, buscamos abordar o tema e contribuir com a possibilidade de inserção do enfoque CTS no ensino superior. Esse posicionamento me levou à uma ideia similar à já desenvolvida no mestrado: A produção de um material didático que desse suporte à inserção do enfoque para o ensino desses conceitos.

Uma vez escolhido o objetivo, propusemos uma rota que se materializou nos capítulos a seguir.

Inicialmente, delimitaram-se a problemática, os objetivos gerais, específicos e a tese. Ao longo do processo de pesquisa estes elementos foram alterados até configurarem-se como estão no primeiro capítulo.

O segundo capítulo expõe o estado da arte sobre o tema dentro da literatura científica especializada em ensino. A parte inicial é composta por um estudo sistemático, no qual foram analisados dezesseis periódicos nacionais e internacionais publicados entre 1980 e 2012. Na segunda parte é descrito um estudo assistemático,

onde a partir de referências da primeira etapa e de buscas diretas nas bases de dados conseguiu-se um espectro de artigos, monografias, dissertações e tese publicados na literatura mundial. Nesta etapa foram considerados artigos entre 1934 e 2012.

O terceiro capítulo traz o referencial CTS, nossas interpretações e as posições sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade sobre as quais a tese foi construída.

O quarto e o quinto capítulos são, na verdade, complementares e neles são analisadas as atitudes e crenças de estudantes da UTFPR, UFRN, e IFRN sobre as relações CTS e Química – Sociedade – Ambiente (QSA). Para uma melhor compreensão do leitor, no capítulo 4 estão apresentados e analisados os dados quantitativos, os procedimentos estatísticos de validação das escalas utilizados e os testes de correlação entre as escalas.

Já no quinto capítulo discutem-se os resultados qualitativos obtidos com a mesma amostra do capítulo 4, e faz-se a relação dos dados quali e quantitativos.

Em sequência, no sexto, é apresentada a análise da presença de conteúdo CTS nos livros-texto de química geral, tradicionalmente usados no Rio Grande do Norte.

Em continuidade, o capítulo sete, traz o material didático elaborado em consonância com as etapas anteriores do estudo, e o instrumento de avaliação dessa proposta.

Por fim, as considerações finais trazem os aspectos mais relevantes de cada etapa da pesquisa e sua relação com a tese que defendemos.

Destacamos que cada capítulo foi construído de maneira independente, de forma que possuem seu próprio referencial teórico, metodologia e conclusões.

Ao final, convidamos à leitura e ficamos desejosos de que esta possa contribuir de alguma forma para o desenvolvimento da Educação Química.

Princípios – 23/03/2014

No começo tudo era escuridão
E as ideias nadavam no mar primordial
Foi quando uma palavra solta
Encontrou um sentimento
E a razão ligou as pontas dessa molécula.

No princípio só havia uma meta
Foi aí que se fez o caminho.

CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA E OBJETIVOS

A formação de professores de ciências e matemática para o ensino básico é um problema nacional, com um déficit significativo de professores atuantes neste nível de ensino. Essa circunstância torna-se ainda mais preocupante em regiões distantes dos grandes centros urbanos, onde não é oferecida a formação universitária.

Particularmente no Rio Grande do Norte, os cursos de licenciatura em ciências (Química, Física, Biologia) e Matemática tem se expandido geograficamente somente nos últimos anos, com a criação dos cursos à distância oferecidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), os cursos presenciais em núcleos de ensino superior da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e, mais recentemente, pelas licenciaturas ofertadas pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Até então, somente as cidades de Natal e Mossoró contavam com oferta regular desses cursos. Além disso, pesquisas anteriores (NUNES *et al.*, 2007; NUNES *et al.* 2010) demonstram que profissionais licenciados ou em formação apresentam lacunas quanto aos conhecimentos no âmbito da didática das ciências. Aliado a isso, acrescenta-se o fato de que, entre os professores em exercício, alguns têm dificuldades com o próprio conteúdo específico da disciplina que ministram.

Paralelamente, o desenvolvimento da área de Pesquisa em Ensino de Química aponta para inúmeras dificuldades de aprendizagem relativas à natureza intrínseca desse conhecimento, bem como para a necessidade de reformulações na maneira pela qual este é ensinado. Decorrente, ainda, de pesquisas nesta área de conhecimento, surge a preocupação com a formação cidadã, entre os objetivos a serem alcançados com o ensino de Química, tal como destacam Santos e Schnetzler (2003), e esta, juntamente com a alfabetização científica e tecnológica, constituem, a partir de então, direcionamentos fundamentais para o ensino desta ciência.

Nesse contexto, tendo em vista que a alfabetização científica e tecnológica não deve ser feita com base no pensamento positivista ou nos moldes de um determinismo tecnológico. O enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) parece ser uma proposta adequada para o ensino de Química. Portanto, se faz importante que os professores de ciência tenham conhecimento para tal (ACEVEDO, 2001).

Alcançar esse objetivo, no entanto, não é uma tarefa trivial, especialmente pela ausência na literatura de trabalhos nos quais se avaliem disciplinas científicas de nível superior a partir deste enfoque. Na busca por referenciais para este nível na literatura

nacional e ibero-americana só foram encontradas propostas voltadas às disciplinas de Instrumentação para o Ensino¹.

Assim, esta tese relaciona-se com a problemática da formação de professores, em especial de química, mas essa temática não é foco da pesquisa. Com esse entendimento, e procurando contribuir para a superação desse problema, foi proposta a possibilidade de inserção do enfoque CTS à disciplina Química Geral mediante a elaboração de um material didático específico e complementar para o ensino de dois conceitos básicos: ácidos e bases.

Este projeto se materializou sob os seguintes objetivos:

OBJETIVO GERAL

Analisar a possibilidade de inserção do enfoque CTS na disciplina Química Geral, ofertada aos cursos superiores, e proposição de um material complementar para os conceitos de ácido e base.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Conhecer as atitudes e crenças de licenciandos vinculados aos cursos de licenciatura em ciências (Química, Física, Biologia) e de cursos correlatos à química sobre as relações CTS e QSA;
- ii. Analisar a presença de elementos CTS/QSA nos principais livros de Química Geral disponíveis aos estudantes que cursam a disciplina Química Geral no RN;
- iii. Apresentar um panorama sobre as pesquisas e propostas didáticas sobre o ensino de ácidos e bases na literatura especializada;
- iv. Elaborar um material didático de apoio para trabalhar os conceitos de ácidos e bases na disciplina Química Geral, que possibilite uma abordagem interdisciplinar contextualizada em consonância com o enfoque CTS;
- v. Avaliar o material didático proposto.

¹ Neste trabalho o termo “Instrumentação para o Ensino” é usado para fazer referência a um conjunto de disciplinas voltadas à didática das ciências ofertadas às licenciaturas, como “Metodologia do Ensino de Biologia”, “Ensino de Química”, “Didática da Física”

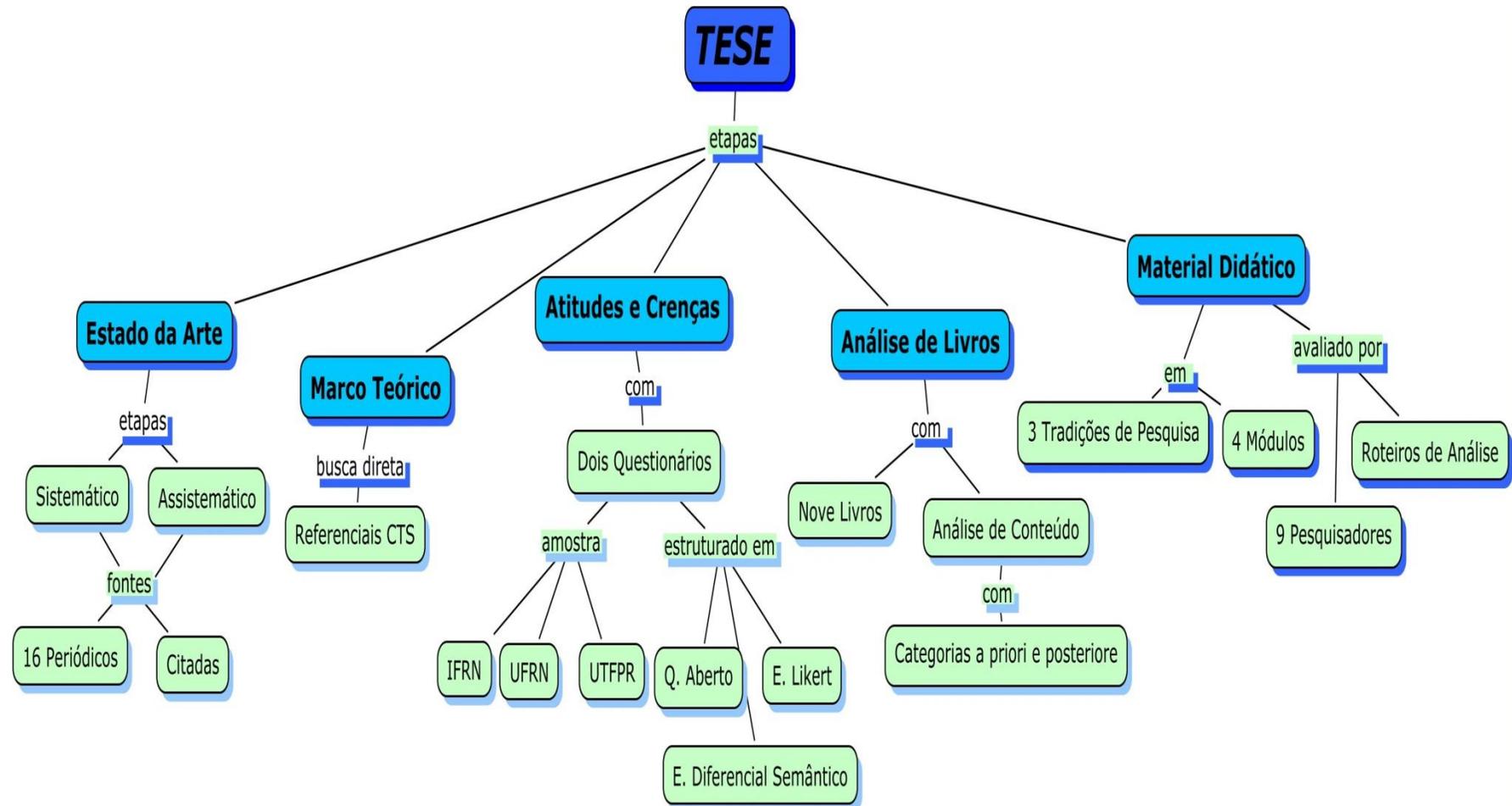
Com base nos estudos realizados para cumprimento desses objetivos é que se defende a seguinte tese.

TESE

A possibilidade de abordar os conceitos de ácidos e bases presentes na disciplina Química Geral, segundo o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) traz importantes contribuições para a formação dos futuros profissionais, em especial para os licenciados em Ciências Naturais (Química, Física e Biologia). Contudo, para que essa inserção aconteça, alguns obstáculos devem ser considerados: falta de propostas desse gênero na literatura, atitudes e crenças positivistas dos estudantes e inexistência de livros de Química Geral com este enfoque.

A representação esquemática do percurso de construção da tese pode ser visualizada na figura 1, em seguida.

Figura 1: Percurso da tese



REFERÊNCIAS

ACEVEDO DIAZ, J. A. La formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria para la Educación CTS. Una cuestión problemática, 2001. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm> acessado em 10/11/2008.

NUNES, A. O., SANTOS, A. G. D., MESQUITA, K. F. M., AGUIAR, A. L. .Nível do conhecimento dos professores de química da cidade de Mossoró quanto ao construtivismo, metodologias e concepções alternativas. **Química no Brasil**, v. 1, p. 95-100, 2007.

NUNES, A. O.; ANJOS JUNIOR, R. H. ; SANTOS, A. G. D. ; MONJARDIM, M. L. B. Química no ensino fundamental: conhecimento dos professores de ciências. **Periódico Tchê Química**, v. 7, p. 22-29, 2010.

SANTOS, W. L. P. SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 3^a ed, 2003.

Refazendo passos 27/10/2013

A busca nunca termina.
É preciso abrir os livros
E vasculhar o passado;
Bisbilhotar os lapsos;
Passar sob escrutínio
Os mínimos registros.

Não é que se procurem verdades
Verdades são fábulas vazias
Mas é preciso encontrar um sentido
Significado para cada peça
Dentro das nossas cabeças.

CAPITULO 2: O ENSINO DOS CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES: UM OLHAR NA LITERATURA

INTRODUÇÃO: Alguns fatos históricos

Ácidos e bases são conceitos² de especial interesse na química, cuja história remonta a períodos anteriores à própria institucionalização desta ciência, e que ao longo do tempo têm sido definidos a partir de diferentes referenciais químicos.

Assim como salientam Silva e Santiago (2012), substâncias ácidas e básicas já eram conhecidas pelos egípcios na Antiguidade, que dominavam a fermentação alcoólica e acética para a produção de vinho e vinagre. Mas a primeira conceituação para ácido provavelmente deriva dos gregos que associaram as substâncias ao seu sabor, e dos romanos, com o termo *acidus* significando azedo (CHAGAS, 2000).

O conhecimento sobre estas classes de compostos químicos foi progressivamente incrementado ao longo da Idade Média pelos estudos alquímicos. Enquanto os alquimistas árabes tinham particular conhecimento sobre os ácidos fracos de origem orgânica, os alquimistas europeus começaram, a partir do século XIII, a isolar e utilizar os ácidos minerais, sendo o primeiro deles o ácido nítrico, obtido a partir da destilação de salitre (nitrato de sódio e potássio), seguido pelo óleo de vitríolo, nome original do ácido sulfúrico, gerado pela destilação de sulfatos metálicos (sulfato de cobre, o vitríolo azul; (sulfato de alumínio e magnésio, ou alumbre) (FRUNZ, 1989).

É importante ressaltar que neste período a maior parte das informações e elaborações teóricas eram feitas por alquimistas e, a depender do período e localidade, os escritos foram redigidos com forte conteúdo místico e com linguagem metafórica, o que dificulta sua compreensão. Apesar disso, encontra-se já no início da Idade Média referências aos ácidos e álcalis, como nos escritos de Olympiodoros ao referir-se ao “nitronoil”, que teria a capacidade de dissolver metais, o que seria condizente com o comportamento do ácido nítrico (SZABADVARY, 1966).

Há ainda uma questão interessante a se analisar do ponto de vista da história dos ácidos e bases na idade média. Três das mais importantes substâncias descobertas nesse

² No escopo dessa tese optou-se pelo termo “conceito” em detrimento de “teoria” e “definição” para referir-se a ácidos e bases. Tem-se conhecimento que outros autores usam termos distintos, tais como Chagas (1999) ao referir-se às teorias ácido-base do século XX, mas no contexto desse trabalho acredita-se mais adequado a caracterização como conceito. Para tanto usamos a definição de conceito segundo o descrito por Ribeiro e Nuñez (2004) ao referirem-se a este como uma classe logicamente definida.

período (o ácido nítrico, o ácido sulfúrico e a água régia) estão presentes no livro *Summa perfectionis magisterii* do alquimista árabe Jâbir Ibn Hayyân (Geber – na forma latinizada). Este alquimista teria vivido entre o século oito e nove, contudo não há registro da versão original do livro, e as primeiras referências a ele datam do século XIII. Assim, especula-se que o livro seja na verdade fruto dos trabalhos de vários alquimistas europeus que publicaram suas invenções sob um nome conhecido para dar maior projeção, ou para fugir à proibição da igreja católica às práticas alquimistas.

O fato é que esses ácidos ganham destaque nesse período histórico em função das propriedades de dissolver metais. Como destaca Greenberg (2007), a água régia tem a propriedade de dissolver ouro e permitir sua recuperação depois.

Anos mais tarde, no século XVII, surge uma das primeiras tentativas de teorizar os conceitos de ácido e base, feita por Johann Baptist Van Helmont (1580-1644) em um sistema holístico cujo objetivo era unificar por meio de analogias os conhecimentos alquímicos e fisiológicos (SILVA e SANTIAGO, 2012; GREENBERG, 2009).

Esse esforço está registrado nos estudos médicos de Van Helmont que foram publicados postumamente por seu filho, com o título de *Ortus medicinae* (1648). Esta obra trazia várias considerações a respeito dos ácidos, entre elas o reconhecimento de um ácido e da bile na digestão e o papel de um ácido na inflamação e produção do pus (GREENBERG, 2009).

Contudo outro alquimista, Sylvius (François Dubois) (1614-1672), propôs uma nova classificação para a bile. Segundo este, apesar da bile apresentar um gosto ácido, ela se comporta como um álcali.

Para além desta contribuição, Sylvius imaginou a interação dos ácidos e bases nos organismos vivos com uma batalha, uma vez que estas duas classes de compostos quando em contato produzem efervescência e liberam calor. Às contribuições de Sylvius, seu discípulo – Otto Tachenius (1610- 1680) inseriu a ideia de sal, como o produto de uma reação ácido-álcali, o que representou um avanço em relação à definição meramente sensorial que havia (GREENBERG, 2009).

Mas somente com Robert Boyle (1627 - 1691) surgiram os primeiros referenciais químicos para classificar tais compostos. Na sua obra *Reflexions upon the hypothesis of álcali and acidium*, publicado em 1675, define que substâncias ácidas eram aquelas capazes de tornar vermelho o tornassol e álcali as que tornavam verde. (SZABADVÁRY, 1964).

As primeiras conceituações que buscaram definir ácido e base com sua estrutura química são atribuídas a Antoine Lavoisier (1743-1794) que em seus estudos concluiu que as substâncias ácidas seriam portadoras do gás oxigênio. Anos mais tarde essa conceituação foi refutada por Claude L. Berthollet ao indicar que o ácido prússico (HCN) não possuía oxigênio. Contudo, por se tratar de um ácido fraco, a maior parte dos químicos da época considerou que o ácido prússico não seria um ácido verdadeiro e, portanto, mantiveram sua confiança na formulação de Lavoisier. Apenas em 1810, com a argumentação de Humphry Davy sobre análises de hidrácidos, esse conceito perde adeptos.

Segue-se a isto a elaboração da teoria eletrolítica de Arrhenius, que veio a ser uma das mais conhecidas definições ácido-base, tendo contribuições de distintos cientistas, como Humphry Davy, que sugeriu o hidrogênio como fator de acidez, e Jons Jacob Berzelius, que propôs um sistema dualístico, considerando que todo sal seria formado pela junção de um ácido com uma base. Essas conceituações e os estudos eletrolíticos formaram as bases para que Arrhenius viesse a propor anos depois aquela que hoje é uma das mais conhecidas conceituações para essas funções químicas (SILVA e SANTIAGO, 2012).

Por volta de 1905, E. C. Franklin e outros químicos perceberam que não apenas a água, mas outros solventes apresentavam um comportamento parecido em sua autoionização. Das observações iniciais com amônia líquida e outros solventes surgiu a conceituação segundo os sistemas solventes, na qual seria ácida toda substância que promovesse o aumento da concentração do cátion e básica toda substância que promovesse o aumento da concentração do ânion (CHAGAS, 1999). Mesmo com essa grande contribuição, os conceitos de ácido e base permaneciam restritos a um solvente.

Em 1923, trabalhando de maneira independente, dois químicos (Johannes Nicolaus Brønsted³, Thomas Martin Lowry⁴) propuseram o conceito com base na transferência protônica, em que ácido seria toda substância capaz de doar um próton e base toda substância capaz de receber. Essa conceituação tinha a vantagem de independer do meio. No mesmo ano, Lewis propôs, juntamente com a conceituação protônica, a do par eletrônico, que interpretava a acidez em termos de doação de um par de elétrons, ampliando a definição de reações ácido-base para substâncias que não continham hidrogênio em sua estrutura.

³ Químico dinamarquês (1879-1947).

⁴ Físico-Químico inglês (1874- 1936).

Em 1939 dois novos conceitos de ácidos e bases foram publicados.

O primeiro proposto por Hermann Lux (1904-1999) e posteriormente aprimorada por Håkon Flood (1905 - 2001), diferente da proposição de Brønsted-Lowry tinha sua ênfase no íon O^{2-} , sendo classificadas como ácidas as substâncias que recebem óxido, e básicas as substâncias doadoras de óxido. Segundo Chagas (1999) esse conceito “*mostrou-se bastante útil para tratar de reações envolvendo líquidos iônicos (sais e óxidos fundidos) que ocorrem na metalurgia, na fabricação de vidro e cerâmica, nos sistemas geoquímicos (...)*”.

No mesmo ano Michail Illyich Usanovich (1894-1981), publicou sua conceituação. Segundo a qual

“Definia ácido como a espécie que reage com a base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons, e base como a espécie que reage com o ácido para formar sais, doando ânions ou elétrons ou combinando-se com cátions. Essas definições são de certo modo semelhantes aos conceitos de reagentes eletrofílicos e nucleofílicos de Ingold. Apesar de constar por algum tempo em vários textos, e ser eventualmente mencionada, praticamente não gerou nenhuma linha de pesquisa.” (CHAGAS, 1999)

Por fim, em 1954, I. Lindqvist e V. Gutmann tentaram unificar as conceituações de Lux-Flood, a protônica e a dos sistemas solventes propondo a teoria ianotrópica⁵. Contudo, essa conceituação não despertou o interesse da comunidade científica, nem gerou novas linhas de pesquisas.

Essas particularidades tornam esses conceitos um tema fascinante e complexo para o processo de ensino-aprendizagem da química, uma vez que mesmo em livros voltados ao ensino superior, o uso de diferentes definições sem a explicitação para os termos ácido e base tem contribuído para dificultar a aprendizagem de estudantes em diversos níveis (LISO, TORRES e LOPÉZ, 2002). A seguir é apresentado o percurso metodológico adotado na pesquisa apresentada neste capítulo.

PERCURSO METODOLÓGICO

O estudo relatado no presente capítulo foi desenvolvido em quatro etapas descritas a seguir:

⁵ Note-se que a definição de Usanovich é mais ampla, e engloba maior número de espécies

- 1- Seleção dos periódicos para estudo sistemático;
- 2- Seleção dos artigos nos periódicos selecionados;
- 3- Seleção de artigos e dissertações a partir de outras bases de dados;
- 4- Seleção e categorização dos trabalhos encontrados.

Inicialmente foram selecionados os dezesseis periódicos que constam na tabela 1, mediante a consulta ao aplicativo WebQualis-Capes, nas áreas Química, Ensino de Ciências e Educação, durante o mês de agosto de 2012⁶. Outro parâmetro para escolha foi a disponibilidade dos periódicos, optando-se por periódicos de livre acesso, com exceção da Revista Educación Química que foi incluída neste estudo por sua importância na Pesquisa em Educação Química na América Latina.

Tabela 1: Periódicos da amostra

Periódico/Conceito Qualis	Química	Ens. Ciências	Educação
Química Nova na Escola	B3	B1	B2
Química Nova – Secção Educação	B2	B3	B2
Educación Química	C	B1	B1
Educació Química	-	-	B4
Chemistry Education	-	-	A2
Eureka	-	B1	B4
Ensaio	C	A2	B2
Alexandria	-	B2	B3
Ciência e Ensino	-	B2	B2
Ciência e Cognição	C	B3	B2
Enseñanza de lasCiencias	C	A1	A1
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	C	A2	A2
Ciência e Educação	C	A1	A1
Experiências em Ensino de Ciências	C	B2	B2
Investigações em Ensino de Ciências	C	A2	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em	C	A2	A2

⁶ A classificação das revistas apresentada na tabela 1 foi retirada do Web-Qualis em agosto de 2012. No mesmo ano a classificação sofreu alterações, e atualmente encontra-se diferente da apresentada.

Nestes periódicos foram analisados todos os artigos publicados desde o ano de lançamento da revista⁷, como pode ser visto na tabela 2. A essa etapa denominou-se estudo sistemático.

A escolha dos artigos se deu mediante a leitura do título, resumo e palavras-chave em cada artigo, nos quais foram buscadas as palavras: ácido, base, pH, acidez, basicidade e neutralização. Os textos que apresentaram o termo “equilíbrio químico” foram lidos com maior detalhamento, e sendo inseridos no estudo somente quando incluíam discussões sobre o equilíbrio ácido-base.

O estudo assistemático foi feito mediante dois procedimentos: a) busca de artigos e/ou dissertações citados nos textos encontrados na primeira etapa; b) busca direta na base de dados Google Scholar.

Por fim, procedeu-se a etapa de categorização segundo elemento de análise de conteúdo (BARDIN, 1977) com categorias determinadas *a priori*: 1) Conceitos Ácido-Base utilizados; 2) Modalidade/Nível de Ensino a qual se destina; 3) Estratégia/Abordagem proposta para o ensino.

Esta etapa constitui-se de uma leitura inicial flutuante sobre o corpus de análise, para verificar a validade das categorias escolhidas. E de uma posterior leitura aprofundada na qual se buscou identificar a presença das categorias escolhidas.

ABORDAGENS SOBRE ÁCIDOS E BASES EM PERIÓDICOS SELECIONADOS

Na análise sistemática nos dezesseis periódicos pesquisados foram encontrados um total de cento e nove artigos que direta ou indiretamente abordavam os conceitos de ácidos e bases, como é mostrado na tabela 2.

Como pode ser percebido, o tema em questão é frequente nos periódicos específicos de ensino/educação química, nos quais foram encontrados oitenta e nove artigos, correspondendo a 81,6 % das publicações referentes ao tema. Destacam-se ainda as Revistas Eureka e Enseñanza de las Ciencias nas quais aparecem 7(6,4%) artigos em cada.

⁷Na revista Química Nova foram analisados apenas os artigos da secção “Educação”, cujo primeiro artigo aparece em 1980.

Tabela 2: Período, País e Número de Artigos

Periódico	Nacionalidade	Período Analisado	Nº de artigos
Química Nova – Secção	Brasil	1980-2012	32
Química Nova na Escola	Brasil	1995-2012	22
Educación Química	México	1989-2012	20
Chemistry Education	Inglaterra ⁸	1997-2012	10
Educació Química	Espanha	2008-2011	5
Eureka	Espanha	2004-2012	7
Enseñanza de las Ciencias	Espanha	1983-2012	7
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Espanha	2002-2012	2
Investigações em Ensino de Ciências	Brasil	1996-2012	2
Ciência e Cognição	Brasil	2004-2012	1
Experiências em Ensino de Ciências	Brasil	2006-2012	1
Alexandria	Brasil	2008-2012	-
Ciência e Ensino	Brasil	1996-2008	-
Ciência e Educação	Brasil	1998-2012	-
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Brasil	2001-2011	-
Ensaio	Brasil	1999-2012	-

Periódicos específicos de Educação Química

⁸ Este periódico surgiu da fusão dos outros periódicos, o CERPIE (Chemistry Education: Research and Practice in Europe) publicado originalmente pela University of Ioannina (Grécia) e o University Chemistry Education editado pela Royal Society of Chemistry (Inglaterra). Em 2005 os periódicos foram fundidos sob o nome Chemistry Education: Research and Practice e passou a ser publicado pela Royal Society of Chemistry.

Dentre as revistas que compuseram a amostra, quatro merecem destaque pelo número de artigos que abordam o tema: Química Nova (32), Química Nova na Escola (22), Educación Química (21), Chemistry Education (10).

Na figura 1, é apresentada a série história de publicações encontradas na revista Química Nova entre 1980 e agosto de 2012. Observando-se que ao longo do período o interesse pelo tema tem sido constante, tendo havido um significativo acréscimo na publicação de artigos a partir de 2007.

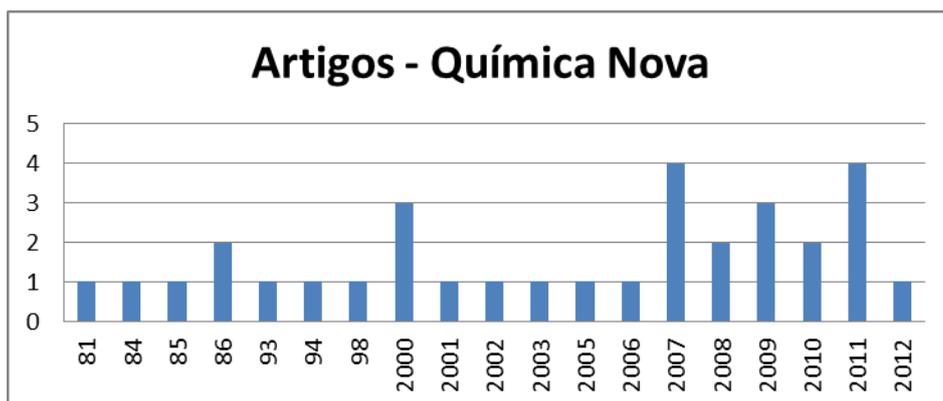


Figura 1: Artigos publicados na QN

Quando se analisa o público alvo das propostas encontradas nesse periódico nota-se a predominância de proposições para o ensino superior, que corresponde a vinte e cinco dos trinta e dois artigos. Foram ainda encontrados três artigos cuja temática é voltada para o ensino médio e quatro artigos que não especificam a qual nível de ensino se dirigem.

Um aspecto interessante encontrado com base na análise de conteúdo é que a quase totalidade dos trabalhos não explicita a qual conceito de ácido e ou base está se referindo, apesar de a leitura dos textos revelar que são as definições de Arrhenius e/ou Bronsted-Lowry. Deve-se registrar que, apesar das substâncias classificadas segundo o primeiro conceito estarem contidas no segundo conceito, conforme diagrama apresentado por Chagas (2000), em alguns casos não se pôde distinguir entre os conceitos usados pelos autores.

Outro aspecto a ser destacado é o fato de apenas os textos que abordam o desenvolvimento das teorias ácido-base (CHAGAS, 2000; VICHI e CHAGAS, 2008), uma proposta de experimento (BASTOS *et al.*, 2008; VASCONCELOS e LIMA JÚNIOR, 2009), e um artigo que discute a basicidade no âmbito da química orgânica

(FERREIRA, ARROIO E REZENDE, 2011) apresentarem, ou utilizarem as definições de ácido/base propostas por Lewis. As demais definições aparecem apenas nos textos que apresentam algum caráter histórico (CHAGAS, 2000; VICHI e CHAGAS, 2008)

Quanto à orientação didática das propostas, nota-se que 18 (56,2%) dos 32 artigos apresentam propostas de experimento sem qualquer fundamentação teórica do ponto de vista didático, e 7 (21,9 %) apresentam discussões conceituais dentro da própria química, 1 descreve o desenvolvimento histórico das teorias. Os seis artigos que apresentam orientações didáticas têm referenciais teóricos distintos, entre os quais se vê referências a contextualização, interdisciplinaridade, resolução de problemas, material didático, cotidiano e pesquisa orientada.

Deve ser enfatizado que o foco principal desta análise tinha por objetivo compreender a abordagem usada e as contribuições oferecidas para o estudo do tema. Neste quesito, o periódico em questão apresenta uma forte tendência à apresentação de experimentos, sem explicitar um referencial norteador ou marco teórico educacional para embasar as propostas apresentadas. Ressalta-se, no entanto, que os textos apresentam sólido embasamento em conceitos químicos (REZENDE, PIZARRO e MILLÁN, 2007; SILVA e SIMONI, 2000; CUNHA e SANTANA, 2012.)

À semelhança do que acontece na Química Nova (QN), na Química Nova na Escola (QNEsc) predominam artigos sobre experimentos, em que quinze dos vinte e dois trabalhos publicados sobre a temática escolhida abordam atividades práticas em seu escopo. Contudo, há duas marcantes diferenças entre os dois periódicos: a) o primeiro volta-se predominantemente para o ensino superior, enquanto o segundo apresenta forte tendência para o ensino médio. Ainda que nem todos os artigos o tragam explicitamente, a leitura leva a crer que as propostas apresentadas são destinadas a este nível de ensino; b) A maior parte dos artigos apresenta, ainda que minimamente, alguma orientação didática associada ao experimento. É o que se percebe, por exemplo, no trabalho de Maia, Gazotti, Canela (2005), em que a proposta de experimento situa-se num contexto socioambiental de discussões sobre chuva ácida.

A preocupação em apresentar experimentos com materiais alternativos, de baixo custo ou ligados ao cotidiano dos estudantes está presente em um percentual significativo das propostas (54,5%).

É nesse contexto que Suarez, Ferreira e Fatibello-Filho (2007) apresentam a padronização de uma solução básica usando o ácido acetilsalicílico, presente em comprimidos, como padrão primário.

Destaca-se ainda a relativa importância dada ao contexto social nos artigos publicados nessa revista, com Fiorucci, Soares e Carvalho (2003) abordando a história, a importância e o processo industrial de obtenção da vitamina C; Fiorucci, Soares e Cavalheiro (2002) analisando o contexto histórico e social dos ácidos orgânicos; e Coelho e Marques (2007) avaliando a compreensão dos professores sobre o contexto social, visando propor uma unidade baseada em princípios da química verde, para ser utilizada em programas de ensino.

No entanto, à semelhança do primeiro periódico (QN), os artigos do segundo (QNesc) não especificam qual a compreensão de ácidos e bases é utilizada. Dentre os artigos encontrados, apenas Chagas (1999) descreve as teorias ácido-base do século XX, suas limitações e seu desenvolvimento ao longo desse período.

Em oposição à QNesc e QN, a Educación Química (EQ) apresenta um maior número de artigos conceituais e propostas que não utilizam experimentos (55%). Neste periódico foram publicadas as traduções dos artigos originais onde Pearson descreve suas definições para ácidos duros e moles (PEARSON, 1997; PEARSON, 1998).

Ainda no mesmo periódico, Liso, Torres e López (2002) analisam os conceitos e abordagens de ácidos e bases em livros de ensino secundário e ensino superior, tanto textos históricos como atuais, chegando à conclusão de que os livros-texto históricos utilizados no ensino secundário espanhol apresentavam uma abordagem mais coerente, do ponto de vista conceitual. Segundo os mesmos pesquisadores, os autores dos livros (tanto históricos quanto atuais) usam os termos “ácido” e “base” indistintamente para referir-se a qualquer uma das conceituações, o que se constitui em obstáculos à aprendizagem e causa algumas dificuldades de compreensão por parte dos alunos.

Outro elemento a ser considerado nos artigos publicados na EQ é a inserção de orientações pedagógicas provenientes da pesquisa atual no campo da Didática das Ciências. Assim, Martínez e Espinosa (2009) utilizam mapas conceituais e a estratégia de resolução de problemas para discutir as dificuldades de aprendizagem sobre ácidos e bases. Guerra *et al.* (2008) apresentam uma unidade didática para ensinar tais conceitos a partir do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade, com uma orientação baseada na modelização. Cachapuz e Gonçalves (2004) apresentam uma unidade didática com orientação CTS em uma proposta de investigação-ação a partir da determinação da acidez em vinhos.

À semelhança da QN, os artigos publicados na EQ são em sua maioria voltados ao ensino superior (70%). Observa-se ainda que, na maior parte das propostas, são

usados os conceitos de ácido e base de Arrhenius e Bronsted/Lowrel, ainda que em quase nenhum trabalho isso fique explícito. Exceções são os artigos de Pearson (1997 e 1998) e Silva (1997), nos quais os dois primeiros tratam dos conceitos de ácidos e bases duros e moles e o terceiro traz uma proposta experimental para ensinar estes conceitos; Frunz (1989) descreve o histórico da elaboração dos diversos conceitos/definições; e Liso, Torres e López (2002) abordam os diversos conceitos ao analisarem os livros didáticos.

Outro periódico voltado ao ensino de química que apresentou um número significativo de artigos sobre o tema é o *Chemistry Education: Research and Practice*. Neste veículo nota-se uma ênfase diferenciada em relação aos periódicos iberoamericanos, por apresentar menor incidência de propostas de experimentos e uma maior diversidade de enfoques teóricos.

Sisovic e Bojovic (2000) avaliam uma proposta de aprendizagem colaborativa e diferentes formatos de trabalho em grupo, enquanto Tarhan e Sesen (2012) utilizam o *Jigsaw*⁹ como estratégia de aprendizagem colaborativa para trabalhar os conceitos ácido-base com trinta e oito estudantes do Departamento de Educação Química da Universidade de Izmir (Turquia).

Demircioğlu, Ayas e Demircioğlu (2005) propõem uma unidade didática composta por oito aulas visando proporcionar mudança conceitual em estudantes do ensino médio na Turquia. E Cheung (2011) apresenta em seu estudo as concepções alternativas apresentadas por licenciandos e professores de Hong Kong sobre a bateria ácida de chumbo, propondo uma atividade experimental com vistas à mudança conceitual deste público.

Drechsler e Shmidt (2005) analisam os modelos de ácido e base apresentados nos livros de química adotados para o ensino médio sueco, e a compreensão dos professores de química sobre os mesmos. E Drechsler e Driel (2009) usam uma escala de Likert para avaliar o conhecimento dos professores sobre os modelos de ácidos e bases, o conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos estudantes e os livros usados na Suécia.

Dois outros artigos ainda trabalham na perspectiva das concepções alternativas. Sheppard (2006) entrevistou dezesseis estudantes do ensino médio norte americano sobre o entendimento de titulações ácido-base e de conceitos correlatos como pH e

⁹ Jogo de quebra-cabeça.

neutralização, enquanto Tan *et al.* (2010) entrevistaram 217 licenciandos em Singapura sobre seus entendimentos em relação à cinética das reações ácidas.

Pode-se ainda citar o trabalho de Bhattacharyya (2006) que, usando o *model-eliciting activity*, investiga os modelos mentais de dez doutorandos em química orgânica da universidade de Oregon sobre ácidos e bases orgânicos, focado no conceito de Bronsted-Lowry. Cita-se ainda Cartrette e Mayo (2011) que usam entrevistas com resolução de problemas para identificar a compreensão dos estudantes em cursos de Química Orgânica sobre ácidos e bases no contexto orgânico com ênfase no conceito elaborado por Lewis.

No tocante ao nível de ensino aos quais os trabalhos referidos nesta revista estão voltados, percebe-se uma equivalência entre o ensino médio e superior, respectivamente 60 e 50%¹⁰. No entanto, o que chama mais atenção nessas publicações é que, na maior parte das delas, são feitas referências explícitas aos conceitos ácido-base com as quais trabalha (oito entre dez) e a preocupação em trabalhar com grupos controles para garantir a validade dos resultados apresentados quando se tratam de propostas de intervenção.

Fechando o ciclo de periódicos específicos de ensino de química, tem-se a *Educació Química*. Nesta revista catalã foram encontrados cinco artigos relativos ao tema em estudo. Dentre estes, quatro propostas de experimentos: Aymerich e Riveros (2011) resultados sobre o Experimento Global do pH da água durante o ano Internacional da Química com um grupo de estudantes espanhóis; Segura e Valls (2009) experimentos investigativos com produtos de limpeza propostos para estudantes da educação secundária; Rossi e Shimamoto (2010) propõem um experimento contextualizado com a utilização de antiocianinas presentes em extratos de frutas nativas, incluindo a jussara (espécie da Mata Atlântica) para determinação de pH de uma solução; Rovira e González (2010) apresentam os resultados de uma unidade didática com estudantes do ensino técnico na qual buscou proporcionar o entendimento sobre a titulação ácido-base e a compreensão sobre a escolha de indicadores ácido-base para as referidas titulações.

Abordagem diferente da que é feita nos demais artigos, Alvarado-Zamorano *et al.* (2011) apresentam uma unidade didática com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), a partir do processo de acidificação dos oceanos.

¹⁰ Um dos artigos apresentava resultados sobre os dois níveis de ensino.

Em relação ao nível a que se direcionam, apenas Alvarado-Zamorano *et al.* (2011) voltam-se aos cursos de formação de professores de química, os demais são voltados para o ensino médio. Repete-se nestes artigos a mesma ambiguidade percebida nos periódicos anteriormente analisados, no tocante a não preocupação em explicitar o conceito ácido-base implícito na proposta didática.

Periódicos Gerais de Ensino de Ciências

Dentre as revistas gerais de educação em Ciências, a *Enseñanza de las Ciencias* (EC) e a *Eureka* (Eu) são as que apresentam maior número de trabalhos envolvendo ácidos e bases, cada uma com sete artigos publicados. Todos os artigos publicados na Eu são propostas de experimentos para trabalhar os conceitos, à semelhança dos artigos apresentados pelas revistas de Ensino de Química brasileiras.

Os artigos da EC apresentam maior diversidade de proposições. Assim, Borsese (1992), com ênfase completamente conceitual, trata da força de ácidos e bases; Bardaca, Nieto e Rodriguez (1993) estudam a evolução das concepções ácido-base no ensino médio no Uruguai; Torres e García (1997) propõem uma unidade didática para a aprendizagem por investigação em que os solos são tema para a aprendizagem do conceito ácido-base de Lewis; Liso *et al.* (2000) analisam os sentidos atribuídos ao pH pelos comerciais e as possíveis correlações com as concepções apresentadas por estudantes do ensino médio; Liso e Torres (2002) investigam o termo “neutralização” em seu sentido etiológico e os significados atribuídos ao termo ao longo da história e dentro de cada conceito ácido-base; Liso, Torres e Lopéz (2003) investigam as concepções alternativas de estudantes do ensino superior sobre o equilíbrio ácido-base, apontando que um dos problemas encontrados é o raciocínio sequencial, que provavelmente deriva da abordagem dos livros universitários.

A Eu apresenta, em maior proporção, trabalhos voltados ao ensino médio ou pesquisas realizadas nesse nível de ensino. Nesta linha, Avalos (2006) propõe uma atividade prática com extratos naturais; Mateus *et al.* (2009) revisitam o mesmo tema, questionando os resultados anteriormente apresentados por Avalos; já Liarte e Martínez (2011) apresentam uma proposta de atividade experimental lúdica com amônia em contato com diferentes reagentes (sulfato de cobre II, nitrato de chumbo e fenolftaleína) para demonstração com mudanças de coloração; Liarte (2010) apresenta o experimento “sifão químico” no qual o ácido nítrico reage com cobre desencadeando a liberação de

gás, que, posteriormente, a partir do resfriamento, é utilizado para a inversão do fluxo de líquido dentro do sifão. Ainda com a ideia de impacto visual com alterações de cor, Torres e Muñoz (2011) propõe o experimento “arco-íris químico” em que uma série de reações provoca alterações na coloração de determinadas soluções, incluindo-se entre elas reações ácido-base na presença de indicadores. Rodriguez e Bonán (2011) usam doces como matéria-prima para reações químicas, incluindo alterações de coloração quando indicadores entram em contato com os doces dissolvidos em água. O único artigo que apresenta um caráter diferenciado é o de Rodrigues (2011), no qual este pesquisador propõe experimentos que abordam os ciclos biogeoquímicos, com ênfase no tema chuva ácida.

De maneira geral, todos os artigos apresentados na Eureka são da mesma natureza: experimentos voltados ao ensino médio que buscam trabalhar com materiais alternativos, sem uma preocupação maior em detalhar qual conceito ácido-base pode ser trabalhada com as práticas descritas ou sobre a orientação didático-pedagógica da proposta.

As demais revistas apresentam poucos artigos sobre o tema. A Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC) publicou dois artigos no período analisado. Teixeira Júnior e Silva (2009) investigaram as dificuldades de aprendizagem de quarenta e sete licenciandos em química do estado de Minas Gerais (Brasil), concluindo que os mesmos apresentam as mesmas dificuldades que os alunos do ensino médio. Cokelez e Dumon (2010) realizaram uma pesquisa comparativa entre os modelos de ácido e de base utilizados no ensino médio na Turquia e na França. Para tanto, realizaram um estudo com duzentos e oitenta e seis estudantes franceses e duzentos e quarenta e dois estudantes turcos, chegando à conclusão que o ensino francês usa preferencialmente os conceitos elaborados por Bronsted-Lowry enquanto o sistema turco usa preferencialmente os conceitos desenvolvidos por Arrhenius.

A revista Investigações em Ensino de Ciências (IEC) apresenta também dois trabalhos que versam sobre o tema, Gouveia e Valadares (2004) apresentam uma discussão sobre o impacto do ambiente construtivista para a aprendizagem dos conceitos em química, descrevendo os resultados de um estudo do tipo experimental realizado com cinquenta e dois estudantes do décimo ano de escolaridade português, divididos em duas turmas (grupo controle e experimental). Nesse estudo, chegaram à conclusão de que um ambiente construtivista promoveu uma melhor aprendizagem dos conceitos ácido e base, melhorou as relações educacionais e desenvolveu atitudes

positivas quanto à auto-estima e interações com demais estudantes. Já Pinheiro e Giordan (2010) analisaram sob o ponto de vista da etnografia a preparação de sabão com cinzas feitas por mulheres no interior do estado de Minas Gerais, propondo uma aproximação dos conhecimentos etnofiguras com o dos estudantes do ensino médio, usando uma hipermídia como um elemento mediador.

Em seguida, na tabela 3, é apresentado o perfil dos principais periódicos

Tabela 3: Perfil predominante dos periódicos – estudo sistemático

Periódico	Conceitos	Nível	Estratégia
QN	Não Explícita	Superior	Experimentação (sem fund.)
Qnesc	Não Explícita	Médio	Experimentação (com fund.)
Chemistry Educ.	Explícita	Ambos	Didática das Ciências
Educacion Quim.	Explícita	Ambos	Didática das Ciências
Enseñanza	Explícita	Médio e Superior	Didática das Ciências
Eureka	Não Explícita	Médio	Experimentação (Sem fund.)

ANÁLISE ASSISTEMÁTICA SOBRE O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES

Teses, Dissertações, Monografias, Capítulos de livro

Na busca por trabalhos acadêmicos foram encontrados: uma tese, cinco dissertações de mestrado, três monografias de graduação e um capítulo de livro. Os trabalhos são provenientes de vários países, mais uma vez ratificando a ideia de que o tema desperta interesse para a área de ensino de química de maneira geral em vários locais do mundo, e não apenas na Iberoamerica.

O primeiro trabalho encontrado foi a dissertação de mestrado em Educação de Ross (1989), onde o autor investiga as concepções alternativas dos estudantes do ensino médio de Ontário (Canadá) sobre ácidos e bases por métodos qualitativos e quantitativos. Para tanto, um questionário de múltipla escolha foi aplicado a trinta e quatro estudantes, em seguida foram escolhidos oito, segundo seu grau de conhecimento em química, para a segunda etapa da pesquisa. Com essa investigação o autor concluiu

que as concepções alternativas apresentadas pela amostra não coincidem com as descritas nos guias curriculares.

Outro texto encontrado foi um capítulo de livro escrito por Paixão (2003), no qual a investigadora descreve uma unidade didática experimental destinada ao ensino desses conceitos para estudantes portugueses do oitavo ano, tendo-se em vista o enfoque CTS. A unidade tem suporte em uma abordagem de resolução de problemas, contextualizada a partir da proposta de investigação sobre as condições de solo (pH) para a produção de cerejas.

Já na dissertação de mestrado em Educação em Ciências Oliveira (2008) é relatado um estudo também no campo da investigação das concepções alternativas. A pesquisadora aplicou questionários abertos a duzentos e três estudantes do ensino médio da cidade de Palmeira das Missões (RS-Brasil). Os resultados revelam que os estudantes apresentam muitas das concepções alternativas encontradas na literatura, notadamente a ideia de que os ácidos são corrosivos. Outro dado interessante levantado é que a quase totalidade dos estudantes responderam ao questionário indicando apenas o conceito de Arrhenius.

No mesmo ano, Pabuçu (2008) em sua tese de doutorado em Educação Secundária de Ciências e Matemática apresentou um estudo sobre a efetividade do modelo cíclico de aprendizagem 5E, caracterizando a aprendizagem de cento e trinta estudantes do décimo primeiro nível na Turquia sobre ácidos e bases. Para tanto, fez uso de um estudo comparativo entre grupos controle (submetidos ao ensino tradicional) e classes experimentais que responderam a quatro instrumentos: Uma escala de atitudes em relação a Química como disciplina escolar, um teste de conceitos, um teste de habilidades processuais em ciência e ao Views on Science-Technology-Society. As conclusões do estudo foram que o modelo de ensino cíclico 5E foi mais efetivo que o modelo tradicional para o estudo de ácidos e bases e que não há diferença significativa de gênero na aprendizagem dos conteúdos.

Figueira (2010), em sua dissertação de mestrado em Educação em Ciências, retorna à proposta de caracterizar as concepções alternativas de estudantes sobre o tema. Para tanto aplicou questionários abertos a vinte e seis alunos de ensino fundamental, trinta e seis alunos de ensino médio e cinquenta e um estudantes da licenciatura. Os resultados obtidos demonstram que, mesmo após muitos anos de escolaridade, os estudantes mantêm suas concepções alternativas, e ficam restritos ao conceito de Arrhenius. Há que se destacar que os mesmos problemas foram encontrados nos

formandos do curso de licenciatura, revelando que mesmo a graduação em química não foi capaz de promover uma mudança conceitual entre os alunos pesquisados.

Bentlin (2010), em seu trabalho de conclusão de curso, relata a utilização da estratégia de Resolução de Problemas (RP) aplicada ao ensino sobre as funções inorgânicas em uma turma da educação de jovens e adultos (EJA). Neste trabalho aparentemente os conceitos de ácidos e base utilizados são restritos a seu aspectos sensoriais e fenômenos relacionados, apesar de introduzir o conceito de pH e associá-lo à acidez e à basicidade das substâncias.

Na dissertação de mestrado em Ensino de Ciências de Cavalcanti (2011) é descrita uma pesquisa com base na análise estrutural de mapas conceituais sobre equilíbrio químico, produzidos por estudantes do primeiro e segundo anos da licenciatura em química de uma universidade estadual paulista. Entre os resultados mais relevantes para este estudo, destaca-se que os conceitos de ácido e base raramente foram identificados nos mapas pesquisados.

Barros (2011) apresenta uma proposta de uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) para o ensino de ácidos e bases no ensino do décimo primeiro ano do ensino português em sua dissertação de mestrado em Química e Física no contexto escolar. O estudo consistiu no uso de simulações sobre ácidos e bases em um site disponível *online*. Participaram da intervenção duas turmas de uma escola secundária de Leça da Palmeira (Portugal), e ao final conclui que a proposta é uma oportunidade para despertar o interesse dos estudantes pela química.

Os demais trabalhos encontrados são todos monografias de graduação da Universidade de Brasília (UNB), defendidas em 2011. Nessas monografias, Furtado (2011) faz um estudo sobre a disciplina Química Geral ofertada para os diversos cursos da UNB com a finalidade de avaliar a extensão da ementa e sua funcionalidade para as propostas curriculares. Há que se destacar que dentre as ementas analisadas a quase totalidade apresenta os conceitos de ácido e base, com diferenças significativas em relação à profundidade e os conceitos apresentados. Maia (2011) apresenta uma proposta de uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) através do relato de desenvolvimento de um simulador de titulações ácido-base, voltado ao ensino superior, sem apresentar qual o conceito de ácidos que foram usados. Costa (2011) apresenta a possibilidade de uso do açafraão da terra em substituição à fenolftaleína como indicador ácido-base. A proposição do experimento de identificação de ácidos e bases é colocado dentro do contexto da história, experimentação e abordagem CTS, não

citando explicitamente para qual nível de ensino se destina. Cabe ressaltar também que apesar de citar três conceituações de ácidos e bases não deixa claro qual delas é usada na sua proposta.

Artigos em periódicos

Pelos critérios estabelecidos foram encontrados cento e quarenta e seis artigos no total, sendo que noventa e dois apenas no Journal of Chemical Education (JCE). A seguir, na tabela 4, são descritos os artigos encontrados nos diversos periódicos e em seguida os artigos encontrados no JCE.

Tabela 4: Artigos por periódico

	Periódico/ Evento	Nº de Artigos
1	Journal of Chemical Education	92
2	Eclética Química	5
3	19th International Conference on Chemical Education	1
4	Accounts of chemical research	1
5	Advances in physiologyeducation	2
6	American Journal of Scientific and Industrial Research	1
7	51º Congresso Brasileiro de Química	1
8	AnalyticalChemistry	1
9	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	2
10	Biochemistry and Molecular Biology Education	1
11	Bulgarian Journal of Science and Education Policy	1
12	Ciência & Ideias	1
13	Educar	1
14	Enciclopédia Biosfera	1
15	Enseñaza de las Ciencias	1
16	Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education	1
17	Ex@tasOnline	1
18	Hacettepe University Journal of Education	2
19	História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces	2
20	International Journal of Pharmacy Teaching & Practices	1
21	International Journal of Science and Mathematics Education	4
22	International Journal of Science Education	1

23	Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching	1
24	Journal of Education and Practice	1
25	Journal of Research in Science Teaching	1
26	Journal of Turkish Science Education	1
27	Ozarfaxinars	1
28	PACCON 2011 (Pure and Applied Chemistry International Conference 2011)	1
29	Química e Ensino	2
30	Research in Science Education	4
31	School Science and Mathematics Journal	1
32	School Science Review	2
33	Science & Education	1
34	Science Education International	1
35	Tecno-Lógica	1
36	The Chemical Educator	1
37	XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE	1

Como se pode perceber, 71,9 % dos artigos estão concentrados em apenas quatro periódicos:

- Journal of Chemical Education (92)
- International Journal of Science and Mathematics Education (4)
- Eclética Química (5)
- Research in Science Education (4)

Journal of Chemical Education

O Journal of Chemical Education (JCE) merece destaque especial por apresentar sozinho um número de artigos superior a todos os demais veículos de publicação. Isso se deve ao fato do JCE ser editado desde 1924, tendo, portanto, um período de publicação bem superior às demais revistas que compuseram este estudo. Para descrever os artigos deste periódico, optou-se pela data de publicação e pela semelhança entre as propostas apresentadas.

É preciso salientar que as categorias que nortearam a análise dos demais trabalhos não se aplicam ao período compreendido entre a década de vinte e a década de

setenta, por dois motivos principais: a) as publicações mais antigas são contemporâneas da divulgação de alguns conceitos (para se ter uma ideia os primeiros artigos da amostra foram publicados apenas sete anos após a publicação do conceito de Bronsted-Lowry e nove anos antes do conceito de Lux). b) A pesquisa em Didática das Ciências, portanto em didática da Química, apenas emergiu enquanto área de pesquisa científica a partir da década de oitenta, por isso as orientações didáticas só começam a aparecer nesta década. Anteriormente, existiam periódicos e grupos de pesquisa voltados ao ensino de ciências e química, mas esses faziam uso de referenciais teóricos de outros campos como a psicologia da educação.

Assim procedendo, na década de trinta foram encontrados quatro artigos, três dos quais, Hall (1930), Kilpatrick Junior e Kilpatrick (1932) O'Brien e Kenny (1939), tratam de aspectos conceituais, explorando os próprios conceitos de ácidos e bases, discutindo a definição de pH dentro da teoria da dissociação eletrolítica e a dissociação de sais provenientes de ácidos e bases fracos. Por fim, Foster e Grunfest (1937) apresentaram seis experimentos com o uso de indicadores universais.

Entre as décadas de quarenta e setenta aparecem no JCE outros nove trabalhos, que apresentam a mesma característica da primeira década analisada: predominância de aspectos conceituais, como em Luder (1945), que discute os doadores de prótons na teoria eletrônica de ácidos e bases; DeFord (1950), que analisa os cálculos de equilíbrios ácido-base, usando o conceito de Bronsted; e Waser (1967), as curvas de titulação ácido-base. Apresentando uma abordagem diferenciada foi encontrado apenas o artigo de Szabadvary (1964) que faz um resgate histórico da elaboração do conceito de pH.

A partir da década de setenta nota-se um sensível crescimento no número de trabalhos sobre o tema, com um total de doze artigos publicados, cujas propostas são semelhantes às das décadas anteriores, havendo uma predominância de explicação de conceitos, interpretação de aspectos experimentais ou proposição de experimentos.

Assim, Gill (1970) discute as semelhanças entre a água e a amônia como solventes que sofrem auto ionização; Baldwin e Evans (1974) descrevem a determinação da constante de ionização a partir da titulação de um ácido fraco; Griwn, Corcoran e Kenn (1977) apresentam a determinação do pH de xampus como possibilidade de atividade experimental; Kolb (1978; 1979) revisita os conceitos de ácidos, bases e pH; e Boschmann (1976) propõe uma analogia para a mudança de pH.

Retomando a metodologia anterior para a década de oitenta, nota-se que o foco do periódico não muda. Dentre os treze artigos encontrados, em sua maioria são

descritos aspectos teóricos e propostas de experimentos. Quatro artigos, no entanto, chamam atenção nesta amostra: Lubeck (1983) e Kramer (1986), que apresentam analogias para os conteúdos analisados; e Charola (1987) e Carter (1989) que, mesmo apresentando artigos teóricos, trazem elementos contextuais ao abordarem, respectivamente, os danos da chuva ácida sobre monumentos e a acidez dos papéis.

No tocante à definição dos conceitos utilizados na proposta, os artigos publicados nessa década apresentam os mesmos problemas de outros períodos, sendo exceção os trabalhos de Pearson (1987) que aborda sua conceituação de ácidos duros e moles e Kauffman (1988) que trata do conceito de Bronsted-Lowry.

Nesta década os artigos não fazem menção à qual nível de ensino estão voltados, e pode-se fazer a inferência de que as analogias voltam-se à educação básica, enquanto os artigos com proposição de experimentos e cálculos de pH e constantes de dissociação seriam voltados ao ensino superior, o que seria o caso da Willis (1981), Myers (1986), Rich (1985) e Muha (1983).

A década de noventa apresenta vinte e um trabalhos sobre o tema com destaque especial para o ano de 1999, no qual foram encontrados oito artigos. Contudo, a revista mantém o mesmo perfil das décadas anteriores, concentrando-se em trabalhos voltados ao ensino superior, com apenas 6 (seis) artigos que abordam propostas para o ensino médio. Epp (1993), que apresenta uma proposta de usar chás como indicadores ácido-base; Doran e Tierney (1993), que propõem o cálculo da acidez do suor após exercícios físicos; Fortman (1994), Lomax (1994) e Gould (1999) que apresentam analogias passíveis de utilização no ensino secundário.

Há ainda predominância de artigos conceituais (onze) e experimentos/aplicação de softwares para quantificações (nove), sendo exemplos dessa predominância os artigos de Gordus (1991a, 1991b, 1991c), nos quais são discutidas, respectivamente, aproximações em cálculos de pH durante titulações ácido-base fortes, com ácidos e bases fracos e, por fim, a natureza das soluções tampão; Cheng (1999) questionando a definição do eletrodo de vidro como uma meia célula e as limitações da equação de Nernst para descrevê-la; e Partanen e Kärki (1994) apresentando uma proposta de aperfeiçoamento de um experimento de determinação da dissociação para ácidos fracos. Há que se destacar neste contexto o artigo de Plumsky (1999) que faz um relato de experiência de como, ao usar um diagrama no formato de ferradura, obteve melhores resultados na compreensão, por parte dos seus estudantes de ensino médio sobre os conceitos de pH e pOH;

Os anos 2000 apresentam número de artigos similar ao da década de 90: vinte.

A grande maioria dos artigos está dirigida ao ensino superior, o que se pode perceber no fato de que dezessete artigos deixam claro que suas propostas ou discussões foram elaboradas para esse nível. São exceções a essa tendência os dois artigos de Jensen (2004; 2006) nos quais esse autor esclarece respectivamente a origem do símbolo pH e a origem do termo base; O artigo de Silverstein (2000) no qual o autor discute a força de ácidos e base utilizando-se de uma analogia com as funções dos jogadores no futebol americano;

No tocante aos conceitos utilizados nos artigos publicados nesse período apenas um faz referência direta aos conceitos de Bronsted-Lowry (ADCOCK, 2001). Quanto aos demais se infere, pela leitura de seu conteúdo e pela citação recorrente da concentração do íon hidrônio, que os conceitos podem ser os de Bronsted-Lowry ou os de Arrhenius. Não foram encontrados indícios ou referências aos conceitos de Lewis para essas funções químicas.

No tocante às propostas didáticas e referenciais teóricos dos artigos, encontram-se dois grupos majoritários, cada um com oito trabalhos: a) artigos cujo objetivo é abordar os aspectos conceituais e matemáticos que envolvem o tema, tais como Perez e Perez (2000); Pardue, Oleh e Tasfai (2004) e McCarty e Vitz (2006); b) artigos que propõem experimentos. Dentro desse Segundo grupo encontram-se dois artigos que buscam contribuir com uma proposta experimental contextualizada: Powers *et al.* (2005) descrevem um experimento para tratar a capacidade tamponante de soluções naturais e sua relação com a chuva ácida. E Palma e Barroso (2004) que apresentam um experimento para trabalhar o equilíbrio ácido-base e a precipitação em vinhos. Os demais artigos nesse período são descrições históricas (JENSEN, 2004 e JENSEN, 2006), proposição de analogia (SILVERSTEIN, 2000) e a apresentação de um diagrama para facilitar a compreensão da força dos ácidos e bases no conceito ácido-base de Bronsted-Lowry (ADCOCK, 2001).

Finalizando o período analisado foram encontrados nove artigos entre 2010 e 2011, dos quais oito são voltados ao ensino superior. O único artigo a tratar de estudantes do ensino básico é o escrito por Cokelez (2010), no qual esse pesquisador compara as ideias dos estudantes turcos e franceses em vários níveis de escolaridade sobre ácidos e bases.

No tocante ao conceito abordado, repete-se o mesmo das décadas anteriores, onde não se faz referência direta, mas se nota a ênfase em discutir o pH e a

concentração de H^+ . Exceções são os artigos de Cokelez (2010) que discute tanto os conceitos de Arrhenius (cujo destaque é maior no ensino turco), quanto os conceitos de Bronsted-Lowry (cujo destaque é maior no ensino francês); Laurence, Graton e Gal (2011) que abordam a questão da previsão quantitativa das propriedades das bases de Lewis, partindo de um diagrama que opõe ácidos e bases.

Por fim, no tocante à estratégia didática/ referencial teórico encontra-se a mesma divisão já percebida: a) quatro artigos com experimentos; b) três artigos com discussão conceitual da química; c) um artigo apresentando aspectos históricos do pH e d) uma pesquisa no âmbito das concepções alternativas.

Nos artigos deste periódico pode-se perceber uma tendência geral a concentrar trabalhos divididos em três grandes grupos: I) Experimentos; II) Análises conceituais; e III) Apresentação de aspectos históricos. Na maior parte dos casos, no entanto, há pouca ênfase em referenciais teóricos no âmbito do ensino de ciências, restringindo-se ao referencial conceitual da química.

Quanto aos conceitos abordadas nos artigos, apenas cinco apresentaram claramente quais são abordados em suas propostas, podendo-se inferir que se tratam em sua quase totalidade de Arrhenius e Bronsted-Lowry. Nota-se, adicionalmente, que as últimas duas décadas concentram muitos artigos cujo interesse reside no pH, quer sejam as imprecisões teóricas, quer sejam propostas experimentais.

No tocante ao nível, ao longo do período analisado notou-se um distanciamento do ensino básico, de forma que nas últimas décadas o ensino superior tornou-se o foco quase que exclusivo. Adicionalmente, percebe-se que dentro do ensino superior há uma concentração de propostas e discussões voltadas às disciplinas iniciais (do tipo Química Geral).

Eclética Química

Pinheiro e Lima (1999) fizeram um estudo do uso do extrato aquoso da casca de Barbatimão como indicador ácido-base, usando o mesmo em várias titulações com ácidos e bases de diferentes forças, chegando à conclusão que os resultados são compatíveis com os resultados potenciométricos. Além disso, indicam que o extrato pode ser utilizado para experimentos no ensino de nível médio, para cursos de Química Geral, e até mesmo para utilização como indicador em espectroscopia de absorção, em cursos de Química Analítica.

Ramos *et al.* (2000) propõem o mesmo para o extrato dos frutos da espécie *Solanum nigrum L* (maria-preta), chegando a erros relativos da ordem de 0,11-1,0%, também usando resultados potenciométricos, como padrão. De maneira análoga ao estudo anterior, os autores propõem a possibilidade de uso deste extrato para os mesmos níveis e disciplinas.

Soares, Silva e Cavalheiro (2001) relatam o uso de extratos de flores de quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), unha de vaca (*Bahuinia variegata*) e da casca de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*) na identificação do caráter ácido e básico de substâncias por estudantes na periferia da cidade de Uberlândia – MG. Já Assumpção *et al.* (2010) propõem o uso de materiais alternativos para a substituição de vidrarias clássicas, avaliando essa substituições em uma padronização de uma solução de soda cáustica utilizando ácido acetilsalicílico como “padrão primário”. Por fim, Cuchinski, Caetano e Dragunski (2010) avaliam a possibilidade de utilização dos extratos alcoólico e aquoso da beterraba para titulações ácido-base chegando à conclusão de que os resultados são compatíveis com medidas potenciométricas. Apesar de afirmarem que este extrato pode ser utilizado para qualquer nível de escolaridade, dão ênfase à compatibilidade dos resultados com a lei de Lambert-Beer, o indica que esses extratos podem ser usados no ensino superior.

International Journal of Science and Mathematics Education

Feng e Tuan (2005) apresentam uma proposta de unidade didática sobre ácidos e bases voltada a estudantes do 11º ano de educação básica de Taiwan. A unidade é estruturada segundo o modelo ARCS, visando despertar a motivação dos estudantes para o tema. Sua aplicação se deu em uma escola rural, tendo uma turma como grupo experimental e outra como grupo controle.

Ouertatani *et al.* (2007) investigaram o conhecimento de estudantes do décimo ano da Tunísia sobre ácidos e bases, após sua aprendizagem, chegando à conclusão de que a aprendizagem apresenta diversos problemas, entre os quais pode-se citar dificuldade de relacionar atividades experimentais com modelos teóricos. Este estudo teve como referencial teórico o uso de modelos focados nos conceitos de Arrhenius.

Özmen, Demircioglu e Coll (2007) apresentam uma intervenção com uma série de atividades experimentais para estudantes do décimo ano de escolaridade da Turquia, aliadas à produção de mapas conceituais a cada etapa. Para a avaliação do estudo,

usaram um grupo experimental e um grupo controle, chegando à conclusão de que houve diferenças estatisticamente significantes no pós-teste realizado. Apesar de trabalharem com mapas conceituais, no estudo não são relatados os conceitos trabalhados nas atividades.

Kala, Yaman e Ayas (2012) descrevem em seu estudo as concepções alternativas de um grupo de vinte e sete estudantes do ensino médio turco. Para tanto usaram questionários semiestruturados, arguindo os participantes sobre conceitos de pH, pOH, força (acidez ou basicidade), concentração e sobre a interpretação microscópica desses fatores. À semelhança de estudos anteriores, os autores chegam à conclusão de que os estudantes avaliados apresentam pouca clareza no tocante à força dos ácidos, confundindo esse parâmetro com a concentração. Não há no texto menção aos conceitos utilizados, contudo, pode-se inferir que se referem à conceituação de Arrhenius, por tratarem especificamente da concentração de OH^- como indicativo de basicidade.

Em oposição aos periódicos brasileiros os artigos publicados neste apresentam forte embasamento em teorias no campo da didática das ciências experimentais, em situam também o conceito ácido-base com o qual trabalham.

Research in Science Education

Este periódico apresenta dois artigos da década de oitenta, um da década de noventa, e um dos anos dois mil. Hand e Treagust (1988) realizaram uma proposta de intervenção em uma escola de Queensland, avaliando a compreensão e a retenção dos conceitos a partir de uma unidade didática baseada no conflito cognitivo. Enquanto Hand (1989) apresenta um estudo no qual entrevistou em 1986 e 1988 alguns dos estudantes que participaram da pesquisa anterior sobre suas concepções sobre ácidos e bases. O objetivo do trabalho era entender a compreensão dos conceitos passados dois anos desde seu estudo inicial.

Por sua vez Wilson (1998) examina as diferenças entre os mapas conceituais produzidos por estudantes em diferentes níveis de escolaridade: ensino médio, graduação e pós-graduação em química. Os mapas foram analisados pelo algoritmo de escalonamento Pathfinder e por escalonamento multidimensional. Por último, Drechsler e Driel (2008) investigaram o conhecimento pedagógico do conteúdo de nove professores experientes que participaram de um curso sobre dificuldades de

aprendizagem dos conceitos dos ácidos e das bases. Os professores foram entrevistados dois anos após participarem do referido curso.

Em seguida, apresenta-se o perfil dos periódicos analisados na tabela 5.

Tabela 5: Perfil predominante dos periódicos – estudo assistemático

Periódico	Conceitos	Nível	Estratégia/ Referencial teórico
Journal of Chemical	Não Explícita	Superior	Experimentação (Sem fund.)
Eclética Química	Não Explícita	Médio	Experimentação (Sem fund.)
IJSME	Não Explícita	Médio	Concepções Alternativas, Aprendizagem Significativa, Modelos
RSE	Não Explícita	Médio	Concepções Alternativas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo estudo ora relatado percebe-se que, os conceitos de ácido e base são assuntos comuns na literatura específica de ensino de ciências/ensino de química. No entanto, cada periódico apresenta seu próprio perfil de publicação. Enquanto os periódicos iberoamericanos que fizeram parte do estudo sistemático têm como foco propostas de atividades experimentais, periódicos como o Chemistry Education Research and Practice (CERP) apresentam maior diversidade de abordagem e diferentes referenciais teóricos enquanto o Journal of Chemical Education (JCE) apresenta grande quantidade de artigos conceituais. Uma constatação que cabe particularmente aos periódicos brasileiros é a falta de preocupação em delimitar os conceitos trabalhados em cada proposta, mesmo problema que tende a se repetir nos livros de ensino superior e médio.

Nota-se que no âmbito dos periódicos ibero-americanos há predominância de trabalhos para o ensino médio, seguido por trabalhos voltados ao ensino superior e a quase inexistência de trabalhos para o ensino fundamental. Na segunda fase do levantamento de dados, aqui denominada de estudo assistemático, encontraram-se mais artigos para o ensino superior, principalmente no Journal of Chemical Education.

No tocante ao referencial teórico, há uma grande quantidade de artigos cujo objetivo é discutir aspectos conceituais, muitas proposições de experimentos e propostas/investigações no âmbito do movimento das concepções alternativas e mudança conceitual. A concentração nesses três focos justifica-se em parte por que alguns dos periódicos analisados são voltados à divulgação de pesquisas em química, e não diretamente em ensino.

E também, pela própria origem da área de ensino de ciências que se consolidou a nível mundial enquanto área de conhecimento próprio em um período de grande efervescência dos estudos em concepções alternativas.

Por fim, o que desperta a atenção neste estado da arte é a limitada ou escassa presença de discussões sobre aspectos sociais, industriais, econômicos e tecnológicos envolvendo os conteúdos, apesar de toda a influência que os ácidos e bases possuem nesses processos.

REFERÊNCIAS

ADCOCK, J. L. Teaching Brønsted – Lowry Acid – Base Theory in a Direct Comprehensive Way. **Journal of Chemical Education**, v. 78, n. 11, p. 14–15, 2001.

ALVARADO-ZAMORANO, Clara, GARRITZ, Andoni, GUERRA-SANTOS, Guianeya Valentina, SOSA, Ana María, TERESA, Carmen de. Enseñanza y aprendizaje de ácidos y bases en contexto : acidificación de los océanos. **Educació Química**, n. 10, p. 4–10, 2011.

ASSUMPCÃO, M. H. M. T., FREITAS, K. H. G., SOUZA, F. S., FATIBELLO-FILHO, O. Construção e adaptação de materiais alternativos em titulação ácido-base. **Eclét. Quim**, v. 35, n. 4, p. 133-138, 2010.

AVALOS, S. H. EXPERIENCIAS SORPRENDENTES DE QUÍMICA CON INDICADORES DE pH CASEROS. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 3, n. 1, p. 89-103, 2006.

AYMERICH, M. I.; RIVEROS, B. C. L ' aigua , sempre aigua? Una proposta indagativa per al Global Experiment de l ' AIQ 2011 of the IYC 2011. **Educació Química**, n. 9, p. 49-57, 2011.

BALDWIN, C. E.; EVANS, J. S. Determination of the Ionization Constant. **Journal of Chemical Education**, v. 51, n. 3, p. 205-207, 1974.

BARDACA, M.; NIETO, M.; RODRIGUEZ, M. C. Evolución de los conceptos ácido-base a lo largo de la enseñanza media. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 125-129, 1993.

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

BARROS, Fátima da Conceição Lucas da Silva. **O Estudo de uma Simulação em Soluções Ácido-base**. 2011. 68 f. Projeto (Mestrado) - Curso de Mestrado em Física e Química em Contexto Escolar, Universidade do Porto, Porto, 2011.

BASTOS, Renato Saldanha *et al.* PREPARO DA para-CLOROANILINA: UM EXPERIMENTO SIMPLES, RÁPIDO E BARATO. *Química Nova*, v. 31, n. 1, p. 172-173, 2008.

BENTLIN, F. R. S. **Resolução de problemas como prática de ensino sobre funções inorgânicas para alunos da EJA**. 2010. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Departamento de Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BHATTACHARYYA, G. Practitioner development in organic chemistry: how graduate students conceptualize organic acids. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 4, p. 240, 2006.

BORSESE, A. Fuerza de los ácidos e de las bases y criterios de cálculo delph. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 86-88, 1992.

BOSCHMANN, E. pH Change Analogy. **Journal of Chemical Education**, v. 53, n. 4, p. 228, 1976.

CACHAPUZ, A. F.; GONÇALVES, M. B. De la teoría a la práctica : la investigación / acción como estrategia para la innovación em la formación del profesorado de Química Un ejemplo em la enseñanza em laboratório del tema ácido / base. **Educación Química**, v. 15, n. 1, p. 8-14, 2004.

CARTER, H. A. Part 3. The Acidity of Paper. **Journal of Chemical Education**, v. 66, n. 11, p. 883-886, 1989.

CARTRETTE, D. P.; MAYO, P. M. Students ' understanding of acids / bases in organic chemistry contexts. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 12, p. 29-39, 2011.

CAVALCANTI, Regina Raquel Gonçalves. **Desenvolvimento e aplicação de um método de análise de mapas conceituais com o objetivo de acompanhar mudanças na compreensão de um grupo de alunos sobre o tema Equilíbrio Químico**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências Modalidade Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova na Escola**, 1999.

CHAGAS, A. P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da Química e as teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 126-133, 2000.

CHAROLA, A. Acid rain effects on stone monuments. **Journal of Chemical Education**, v. 64, n. 5, p. 436-437, 1987.

CHEUNG, Derek. Using diagnostic assessment to help teachers understand the chemistry of the lead-acid battery. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 12, n. 2, p. 228–237, 2011. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=c1rp90028e>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

CHENG, K. L. A New Concept for pH-Potential Calculations. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 7, p. 1029, jul. 1999.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. A chuva ácida na perspectiva de Tema Social: um estudo com professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 14-19, 2007.

COKELEZ, A.; DUMON, A. Une étude comparative des idées des élèves français et turcs sur les concepts acide et base : La transposition didactique. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 67-87, 2010.

COKELEZ, A. A Comparative Study of French and Turkish Students' Ideas on Acid-Base Reactions. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 102–106, 2010.

COSTA, K. DE P. **O uso do açafrão da terra como indicador ácido-base no ensino de química**. 2011. 41 f. TCC (Graduação) – Curso de Química, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

CUCHINSKI, A. S.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Extração do corante da beterraba (*beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Eclet. Quim.**, v. 35, n. 4, p. 17-24, 2010.

CUNHA, Silvio; SANTANA, Lourenço Luis Botelho de. Condensação de Knoevenagel de aldeídos aromáticos com o ácido de Meldrum em água: uma aula experimental de química orgânica verde. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 642–647, 2012.

DEFORD, D. The Bronsted concept in calculation; involving acid-base equilibria. **Journal of Chemical Education**, v. 132, n. 1940, p. 554-556, 1950.

DEMIRCIOĞLU, Gökhan; AYAS, Alipaşa; DEMIRCIOĞLU, Hülya. Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 6, n. 1, p. 36–51, 2005.

DORAN, D.; TIERNEY, J. A study of the pH of perspiration from male and female subjects exercising in the gymnasium: A practical challenge for students in the non-science major class. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 5, p. 412-414, 1993.

DRECHSLER, Michal; SCHMIDT, Hans-Jürgen. Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. **Chemistry Education**

Research and Practice, v. 6, n. 1, p. 19, 2005. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=b4rp90002b>>.

DRECHSLER, M., DRIEL, J. Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid–base Chemistry. **Research in Science Education**, v. 38, n. 5, p. 611-631, 2 nov. 2008.

DRECHSLER, M., DRIEL, J. Teachers' perceptions of the teaching of acids and bases in Swedish upper secondary schools. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, n. 2, p. 86, 2009.

DRECHSLER, M.; SCHMIDT, H.-J. Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 6, n. 1, p. 19, 2005.

EPP, D. N. Teas as Natural Indicators. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 4, p. 326, 1993.

FENG, S.-L.; TUAN, H.-L. Using ARCS Model to Promote 11th Graders' Motivation and Achievement in Learning about Acids and Bases. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 3, n. 3, p. 463-484, set. 2005.

FERREIRA, Celeste, ARROIO, Agnaldo, REZENDE, Daisy de Brito. Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. **Química Nova**, v. 34, n. 9, p. 1661–1665, 2011.

FIGUEIRA, Ângela Carine Moura. **Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Departamento de Centro de Ciências Naturais e Exatas Programa, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, É. T. G. Alguns ácidos orgânicos do nosso cotidiano. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 6–10, 2002.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, É. T. G. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 3–7, 2003.

FORTMAN, J. J. Pictorial Analogies XI: Concentrations and Acidity of Solutions. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 5, p. 430-432, 1994.

FOSTER, L. S.; GRUNTFEST, I. J. Demonstration experiments using universal indicators. **Journal of Chemical Education**, v. 14, n. 6, p. 274-276, jun. 1937.

FRUNZ, J. L. C. Acidos y bases. **Educación Química**, p. 33-36, 1989.

FURTADO, L. P. **A avaliação dos conteúdos de química geral para cursos da Universidade de Brasília**. 2011. 49 f. Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

GILL, J. Is ammonia like water? **Journal of Chemical Education**, v. 47, n. 9, p. 2-6, 1970.

GORDUS, A. A. Chemical Equilibrium: VII. pH Approximations in Acid-Base Titrations. **Journal of Chemical Education**, v. 68, n. 9, p. 759-761, 1991a.

GORDUS, A. A. Chemical Equilibrium: IV Weak Acids and Bases. **Journal of Chemical Education**, v. 68, n. 5, p. 397-399, 1991b.

GORDUS, A. A. Chemical equilibrium: VI. buffer solutions. **Journal of chemical education**, v. 68, n. 8, p. 656-658, 1991c.

GOULD, E. S. Phosphate Buffers and Telephone Poles - A Useful Analogy with Limitations. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 11, p. 1511, nov. 1999.

GOUVEIA, V.; VALADARES, J. A aprendizagem em ambientes construtivistas: uma pesquisa relacionada com o tema ácido - base. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, p. 199-220, 2004.

GREENBERG, A., **From Alchemy to Chemistry in Picture and Story**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.

GREENBERG, A. **Uma breve história da Química: da alquimia às ciências moleculares modernas**, São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

GRIWN, J. J.; CORCORAN, R. F.; KENN, K. The pH of Hair Shampoos. **Journal of Chemical Education**, v. 54, n. 9, 1977.

GUERRA, Guianeya, ALVARADO, Clara, ZENTENO-MENDOZA, Blanca Estela, GARRITZ, Andoni, La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases em un aula del bachillerato. **Educación Química**, p. 277-288, 2008.

HALL, N. Modern conceptions of acids and bases. **Journal of Chemical Education**, v. 7, n. 4, p. 782-793, 1930.

HAND, B. Student understandings os acids and bases: a two year study. **Research in Science Education**, v. 19, p. 133-144, 1989.

HAND, B.; TREAGUST, D. Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases. **Research in Science Education**, v. 18, p. 53-63, 1988.

JENSEN, W. B. Ask the Historian The Symbol for pH. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 1, p. 2004.

JENSEN, W. B. Ask the Historian The Origin of the Term “ Base .” **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 8, p. 45221, 2006.

KALA, Nesli; YAMAN, Fatma; AYAS, Alipasa. The effectiveness of predict–observe–explain technique in probing students’ understanding about acid–base chemistry: a case.

International Journal of Science and Mathematics Education, 2012. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/6252530Q811J1640.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2013.

KAUFFMAN, George B. The Bronsted-Lowry Acid-Base Concept. **Journal of Chemical Education**, v. 65, n. 1, p. 28–31, 1988.

KILPATRICK JUNIOR, M.; KILPATRICK, M. The teaching of the theory of the dissociation of electrolytes. II. The definition of pH. **Journal of Chemical Education**, v. 9, n. 6, p. 1010-1016, 1932.

KOLB, D. Acids and Bases. **Journal of Chemical Education**, v. 55, n. 7, p. 459-464, 1978.

KOLB, D. The pH concept. **Journal of Chemical Education**, v. 56, n. 1, p. 49, jan. 1979.

KRAMER, F. A. An Analogy for the Leveling Effect in Acid-Base Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 63, n. 3, p. 31014, 1986.

LAURENCE, C.; GRATON, J.; GAL, J.-F. An Overview of Lewis Basicity and Affinity Scales. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 12, p. 1651–1657, dez. 2011.

LIARTE, Delia Ángeles García. Un sifón a partir de una reacción química. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, n. 1, p. 142–150, 2010.

LIARTE, D. Á. G.; MARTÍNEZ, M. P. Azul , blanco , rojo . Homenaje a Lavoisier. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 8, n. Extraordinario, p. 437–445, 2011.

LISO, M. R. J. TORRES, E.M., GARCÍA, F. G., LÓPEZ, F. S. Investigación didáctica la utilización del concepto de ph em la publicidad y su relación com las ideas que manejan los alumnos : aplicaciones em el aula. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 451-461, 2000.

LISO, M. R. J.; TORRES, E. D. M.; LÓPEZ, F. S. El razonamiento causal secuencial em los equilibrios ácido-base múltiples : **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 2, p. 223-242, 2003.

LISO, M. R. J., TORRES, E. M. La neutralización ácido-base. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 451 - 464, 2002.

LISO, Maria Rut; TORRES, Esteban de Manuel; LÓPEZ, Francisco Salinas. Los procesos ácido-base em los textos actuales y antiguos (1868-1955). **Educación Química**, v. 13, n. 2, p. 90–100, 2002.

LOMAX, J. F. Kinetic Classroom: Acid-Base and Redox Demonstrations with Student Movement. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 5, p. 428-430, 1994.

LUBECK, H. VAN. Significance, concentration calculations, weak and strong acids. **Journal of Chemical Education**, v. 60, n. 3, p. 189, mar. 1983.

LUDER, W. F. Proton-Donors in The Electronic Theory of Acids and Bases. **Journal of Chemical Education**, v. 22, n. 6, p. 301-304, 1 dez. 1945.

MAIA, D. J.; GAZOTTI, W. A.; CANELA, M. C. Chuva Ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 44-46, 2005.

MAIA, Rafael de Carvalho. **TITSIM – um simulador de titulação em excel para o ensino de química**. 2011. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Departamento de Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MARTÍNEZ, M.; ESPINOZA, A. Correlación entre mapas conceptuales y habilidad para la resolución de problemas en la unidad de Equilibrio Iónico en la asignatura de Química General. **Educación Química**, p. 198-208, 2009.

MATEUS, J. A. C., DAZA, H. J. C., HILARIÓN, J. M. N. PARADA, A. N. P., VALBUENA, R. L. R. Elaboración de papel indicador a base de extractos naturales: una alternativa fundamentada en experiencias de laboratorio para el aprendizaje del concepto de pH. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 9, n. 2, p. 302-314, 2009.

MCCARTY, C. G.; VITZ, E.; MAYNARD, J. H. JCE DigiDemos: Tested Demonstrations pH Paradoxes: Demonstrating That It Is Not True That $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ submitted by: **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 5, p. 1-6, 2006.

MYERS, R. J. The new low value for the second dissociation constant for H_2S : Its history, its best value, and its impact on the teaching of sulfide equilibria. **Journal of Chemical Education**, v. 63, n. 8, p. 687, ago. 1986.

MUHA, G. M. Algorithms used for exact calculation of pH. **Journal of Chemical Education**, v. 60, n. 1, p. 49, jan. 1983.

O'BRIEN, S. J.; KENNY, C. L. The HYDROLYSIS a SALT DERIVED from a WEAK ACID and a WEAK BASE. **Journal of Chemical Education**, v. 16, n. 3, p. 140-142, 1939.

OLIVEIRA, Aline Machado de. **Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio sobre Ácidos e Bases: um estudo de caso**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OUERTATANI, Latifa, DUMON, Alain, TRABELSI, Malika Ayadi, SOUDANI, Mohamed, Acids and bases: the appropriation of the Arrhenius. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 5, n. May 2006, p. 483-506, 2007.

ÖZMEN, H.; DEMİRCİOĞLU, GÖ.; COLL, R. K. A comparative study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on Turkish high school students'

understanding of acid-base chemistry. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 7, n. 1, p. 1-24, 27 set. 2007.

PABUÇCU, Aybüke. **Improving 11th grade students' understanding of acid-base concepts by using 5E learning cycle model**. 2008. 313 f. Tese (Doutorado) - Curso de Secondary Science And Mathematics Education, Departamento de Education Department, Middle East Technical University, Çankaya Ankara, 2008.

PAIXÃO, Maria de Fátima. **Um exemplo do tratamento do tema ácido-base centrado na interação ciência-tecnologia-sociedade e na resolução de situações problemáticas**. In: CAÑÓN, GABRIEL PINTO (Org.). *Didáctica de la química y vida cotidiana*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2003. p. 95–104.

PALMA, M.; BARROSO, C. G. Acid–Base and Precipitation Equilibria in Wine. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 1, p. 94, jan. 2004.

PARDUE, H. L.; ODEH, I. N.; TESFAI, T. M. Unified Approximations: A New Approach for Monoprotic Weak Acid-Base Equilibria. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 9, p. 1367, set. 2004.

PARTANEN, J. I.; KARKI, M. H. Determination of the Thermodynamic Dissociation Constant of a Weak Acid by Potentiometric Acid-Base Titration: A Three-Hour Laboratory Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 5, p. 120-122, 1994.

PEARSON, R. G. Ácidos y bases duros y blandos: segunda parte, teorías suyacentes. **Educación Química**, v. 9, n. 2, p. 112–118, 1998.

PEARSON, R. G. Ácidos y bases duros y blandos * Primera parte: Principios fundamentales. **Educación Química**, v. 8, n. 4, p. 208-215, 1997.

PEARSON, R. G. Recent advances in the concept of hard and soft acids and bases. **Journal of Chemical Education**, v. 64, n. 7, p. 561, jul. 1987.

PINHEIRO, M. H. T.; LIMA, W. N. Estudo da utilização do extrato aquoso de barbatimão (*Stryphnodendron barbatimão*, M.) no ensino de química. **Eclet. Quim.**, v. 24, p. 4-9, 1999.

PINHEIRO, P. C.; GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em minas gerais, Brasil: do status de etnociência à sua medição para a sala de aula utilizando um sistema hipermedia etnofigura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 355-383, 2010.

PEREZ, G. V; PEREZ, A. L. Organic Acids without a Carboxylic Acid Functional Group I: Phenolic-Type Acids. **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 7, p. 910–915, 2000.

POWERS, D. C. *et al.* Analysis of Natural Buffer Systems and the Impact of Acid Rain. An Environmental Project for First-Year Chemistry Students. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 2, p. 274, fev. 2005.

PLUMSKY, R. View from My Classroom A pHorseshoe. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 7, p. 935-936, 1999.

RAMOS, L. A. , LUPETTI, K. O., CAVALHEIRO, É. T. G., FATIBELLO-FILHO, O., Utilização do extrato bruto de frutos de Solanum nigrum L no ensino. **Eclet. Quim**, v. 25, n. 1, 2000.

REZENDE, Marcos Caroli; PIZARRO, Claudia; MILLAN, Daniela. Preparation, spectroscopic and acidity properties of two hydrazones: an organic lab experiment. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 229–231, 2007.

RIBEIRO, R. P., NUÑEZ, I. B. A aprendizagem significativa e o ensino de ciências naturais. In: NUÑEZ, I. B., RAMALHO, B. L.(orgs), **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

RICH, R. Periodicity in the acid-base behavior of oxides and hydroxides. **Journal of Chemical Education**, v. 62, n. 1, p. 44-46, 1985.

RODRIGUES, A. P. L. De la geosfera a la biosfera : circulación de matéria em la naturaleza. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, p. 495-499, 2011.

RODRÍGUEZ, J. M. R.; BONÁN, J. A. N. DE T. Aprendiendo química con gomas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 8, n. Extraordinario, p. 476-486, 2011.

ROSS, Bertram H. B.. **High School Students' Concepts of Acids and Bases**. 1989. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master Of Education, Queen's University, Kingston, 1989.

ROSSI, A. V.; SHIMAMOTO, G. G. Antocianinas e gelo seco para visualizar equilíbrios ácido / base numa abordagem contextualizada Antocianines i gel sec per visualitzarequilibrisàcid / base enunenfocament. **Educació Química**, n. 7, p. 31-36, 2010.

ROVIRA, L. D. I; GONZÁLEZ, M. P. I. Quin indicador utilitzaré en una valoració àcid-base ? **Educació Química**, n. 7, p. 52-58, 2010.

SEGURA, M.; VALLS, J. M. Els misteris dels productes de neteja. **Educació Química**, n. 3, p. 4-10, 2009.

SHEPPARD, K. High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 1, p. 32, 2006.

SILVA, L. G. Ácidos y Bases duros y blandos: Descubriendo el principio en el laboratorio. **Educación Química**, v. 8, n. 4, p. 205-207, 1997.

SILVA, M. P. DA; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases : construindo conceitos através da História da Ciência combinada ao emprego de

um software interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 5, p. 48-82, 2012.

SILVA, César Ricardo; SIMONI, José de Alencar. Avaliação da capacidade tamponante - um experimento participativo. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 405–409, 2000.

SILVERSTEIN, T. P. Applications and Analogies Weak vs Strong Acids and Bases : The Football Analogy. **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 7, p. 849–850, 2000.

SISOVIC, D.; BOJOVIC, S. Approaching the concepts of acids and bases by cooperative learning. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, n. 2, p. 263-275, 2000.

SOARES, M.; SILVA, M.; CAVALHEIRO, É. Aplicação de corantes naturais no ensino médio. **Eclet. Quim**, v. 26, n. 1, 2001.

SUAREZ, W. T.; FERREIRA, L. H.; FATIBELLO-FILHO, O. Padronização de soluções ácida e base empregando materiais do cotidiano. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 36-38, 2007.

SZABADVARY, F. **History of Analytical Chemistry**. Londres: Permagon Press, 1966.

SZABADVARY, F. Development of the pH Concept: A historical survey. **Journal of Chemical Education**, v. 41, n. 2, p. 105-107, 1964.

TAN, K. C. D., TREAGUST, D. F. CHANDRASEGARAN, A.L., MOCERINO, M. Kinetics of acid reactions: making sense of associated concepts. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 11, n. 4, p. 267, 2010.

TARHAN, L.; SESEN, B. A. Jigsaw cooperative learning: Acid–base theories. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 3, p. 307, 2012.

TEIXEIRA JÚNIOR, José Gonçalves; SILVA, Rejane Maria Ghisolfi. Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 571–592, 2009.

TORRES, C. D.; MUÑOZ, M. L. A. Reacciones encadenadas : delreloj de yodo al arco iris químico. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 105-110, 2011.

TORRES, L. E. S.; GARCÍA, J. J. G. Los suelos em la enseñanza de lateoría ácido-base de Lewis. Uma estratégia didáctica de aprendizaje por investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 59-71, 1997.

VASCONCELLOS, Mário L. A. A.; LIMA JÚNIOR, Cláudio G. Cloração do anisol, tolueno e nitrobenzeno com ácido tricloroisocianúrico (ATCI): aspectos computacionais sobre a reatividade e regioselectividade. **Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 244–249, 2009.

VICHI, Eduardo J. S.; CHAGAS, Aécio Pereira. SOBRE A FORÇA DE ÁCIDOS E BASES: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1591–1594, 2008.

WASER, J. Acid-base titration and distribution curves. **Journal of Chemical Education**, v. 44, n. 5, p. 274, maio. 1967.

WILLIS, C. J. Another approach to titration curves: Which is the dependent variable? **Journal of Chemical Education**, v. 58, n. 8, p. 659, ago. 1981.

WILSON, J. Differences in knowledge networks about acids and bases of year-12, undergraduate and postgraduate chemistry students. **Research in Science Education**, v. 28, n. 4, p. 429-446, 1998.

E o que falar sobre a ciência? 27/10/2013

Parece que humano, bicho e máquina

Nada têm em comum.

Parece que átomo, folha e pensamento

São peças soltas.

Mas que revolução seria

O dia que em o átomo se libertasse

E ensinasse

Que a máquina gira

Na velocidade que o homem-animal morre.

Velocidade própria do pensamento,

Assinatura sobre o papel.

CAPÍTULO 3: OS ESTUDOS CTS E A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

INTRODUÇÃO

Os estudos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou, em inglês, Science-Technology-Society (STS), surgiram nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre as décadas de 60 e 70.

Esse momento histórico ficou marcado pela efervescência de diversos estudos em áreas limites entre o trinômio CTS, dentre os quais destacam-se: a) a existência de duas culturas, pregada por C.P. Snow; os limites do crescimento, relatados por Dennis Meadows; o papel da comunidade científica e seus paradigmas, analisados por Thomas Kuhn; e os danos ambientais causados pelo uso do DDT denunciados por Rachel Carson.

Como campo de estudo, designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia, surgidas como resposta à relação desequilibrada que a sociedade mantinha com a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001 e CEREZO, 1998).

García, López Cerezo e Luján (1996) destacam dentro do movimento tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla STS, do inglês 1. Science and Technology Studies (tradição Européia) e 2. Science, Technology and Society (tradição americana).

A primeira voltou-se ao estudo da influência social e os seus antecedentes históricos da construção do conhecimento científico-tecnológico. Iniciada nas universidades europeias, essa linha está fortemente embasada na sociologia da ciência e na teoria kuhniana sobre as revoluções científicas, e por isso caracteriza-se como uma linha educativa.

A segunda se ocupou prioritariamente de estudos sobre o impacto que a ciência e a tecnologia tinham sobre a sociedade e o ambiente. Pode-se atribuir à tradição americana uma preocupação pragmática em oposição à tradição Europeia que ressaltou aspectos históricos. Suas bases encontram-se principalmente na filosofia e teoria política, tendo a consolidação dos seus estudos se dado fortemente pelo ensino e reflexão política (CEREZO, 1998).

Como ainda destaca Cerezo (1998), cada uma dessas tradições criaram seus próprios eventos científicos, revistas especializadas, associações e manuais. Mesmo assim, tendo-se em vista as discordâncias entre as tradições pode-se indicar algum consenso:

- 1- Rechaço à imagem da ciência como atividade pura, sem interferência social;
- 2- Crítica à concepção de tecnologia, como ciência aplicada;
- 3- Crítica ao modelo tecnocrático¹¹.

Como exemplo dos estudos CTS que vêm de encontro às linhas tradicionais de pensamento, pode-se citar a história da técnica e da tecnologia. Segundo Sanmartín (1992), esta tinha uma base linear, descritiva, simplista e, neste sentido, tornava-se um “*fator de legitimação do imperativo tecnológico*”.

O desenvolvimento tecnológico seria o motivo de um crescente bem-estar social, por isso não se poderia refrear seu progresso. Os estudos no campo da história da técnica, no entanto, chamam atenção para aspectos negativos associados a produtos tecnológicos, tais como impactos ambientais. Segundo Sanmartín (1992), ainda que a visão de uma tecnologia que leva invariavelmente ao bem-estar social seja uma visão ingênua, seus usos não o são. Desta forma a história da técnica tem um papel importante quando não aborda apenas o desenvolvimento de artefatos técnicos em uma sucessão progressista.

Cerezo (1998) sumariza três grandes direções tomadas pelos estudos CTS desde sua origem, que seriam: a) no campo de investigação, os estudos CTS tem proporcionado uma reflexão contextualizada para a construção do conhecimento científico enquanto um processo social; b) no campo político, tem defendido o controle social da ciência e da tecnologia e a criação de mecanismos democráticos desse controle; c) na educação, tem impulsionado o aparecimento de inúmeras propostas e materiais didáticos que visam discutir a ciência e a tecnologia como processos sociais.

Além das linhas europeia e norte-americana, Strieder (2012) ressalta uma linha de Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), na qual se destacam os estudos realizados no Brasil e na Argentina. Essa linha, em oposição ao que ocorre com os países centrais do capitalismo, voltou-se ao estudo das políticas de ciência e tecnologia que os países periféricos, principalmente os latino-

¹¹ Modelo sobre o qual as decisões ficam restritas aos cientistas e tecnólogos.

americanos, tem desenvolvido, criticando a ênfase tradicionalmente adotada nesses países de imitar o modelo de desenvolvimento dos países do Norte.

Ainda segundo Strieder (2012), dois expoentes do pensamento latino-americano Dagnino (2008a) e Herrera (2003) afirmam ser preciso que os países pobres desenvolvam políticas de C&T que incentivem a produção de tecnologias voltadas aos seus problemas e necessidades, pois só assim poderão superar o seu histórico subdesenvolvimento.

ALGUNS APONTAMENTOS SOBRE OS ESTUDOS CTS E CONCEPÇÕES DA TESE

Falar sobre os estudos CTS em sua totalidade seria demasiado complexo, por tratar-se de uma área que possui muitos focos temáticos e pesquisadores que atuam nos mais diversos campos. Sendo assim, neste trabalho optou-se por abordar conceitos-chave à luz dos estudos CTS que podem ser úteis para a compreensão da proposta de tese.

Assim, foi feita uma breve discussão sobre a ideia de Ciência e Tecnologia que norteia a proposta.

Esse trabalho compartilha várias críticas feitas ao conhecimento científico que são feitas a partir dos estudos da epistemologia da ciência:

- a) No tocante à influência social em sua construção, passando a constituir-se foco de interesse científico os temas relacionados às questões sociais e econômicas de cada momento histórico (Hessen, 1984);
- b) Ao papel desempenhado pela comunidade e paradigmas científicos que determinam não apenas os métodos, mas também os próprios temas e projetos de pesquisa que podem ser desenvolvidos, resistindo a mudanças paradigmáticas (KUNH, 1996);
- c) Às limitações da ciência do ponto de vista de sua hiperespecialização, que conduz a um conhecimento que não é capaz de resolver os problemas reais, uma vez que estes são transdisciplinares, ao passo que aqueles são desenvolvidos em uma lógica disciplinar, baseada na separação das partes do objeto de estudo (MORIN, 2000);

- d) Às incertezas inerentes ao conhecimento científico, visto que seus fundamentos (o método científico, a observação e a indução) são questionados. Entende-se que a observação jamais é neutra, antes é “encharcada” das teorias e vivências de quem observa (FOUREZ,1995; ALVES, 2007). Outro ponto a ser considerado é a clássica crítica à indução, enquanto procedimento padrão para a construção das ciências, uma vez que a repetição não permite, do ponto de vista lógico, a generalização (ALVES, 2007; FOUREZ,1995);

Por fim, este trabalho fundamenta-se também na ideia da inexistência de um único “método científico”. Afasta-se assim, do entendimento daquele como um procedimento universalmente válido para todas as ciências, em todos os seus campos e períodos de desenvolvimento. Ao contrário, compreende-se que a mudança metodológica é um procedimento que promove o desenvolvimento da ciência (FEYRABEND, 2007).

No entanto, compartilhar esses posicionamentos particulares com esses autores não vincula essa tese à integralidade de seus pensamentos, pelo contrário, compreende-se que cada epistemólogo citado contribuiu na compreensão de determinado aspecto particular da natureza da ciência. Assim, apesar de acreditar-se em certa descontinuidade no “progresso” da ciência, descarta-se a total ruptura epistemológica proposta por Kuhn (1996), ao passo que compreende-se a importância de se considerar o papel da influência social (interna e externa) sobre a elaboração dos conceitos científicos, mas afasta-se das posições dos relativistas extremos de que a ciência é totalmente construída com esta base. Acredita-se que a ciência é uma atividade humana, portanto sujeita a fatores sociais, políticos, econômicos, religiosos, contudo, também há um forte componente material (experimental) que deve ser levado em consideração.

Por fim, ressalta-se a relação entre o conhecimento científico e o senso comum, acredita-se que a ciência e o senso comum são formas de conhecimento complementares e que as decisões em âmbito social devem ser tomadas levando-se em consideração o conhecimento científico, mas que este não deve ser o único parâmetro de racionalidade, uma vez que não considera aspectos tipicamente humanos (afetivos) e tende a ser reducionista, não conseguindo explicar as interações não previstas na interação de sistemas complexos.

Essa visão de ciência também se relaciona com a visão sobre a tecnologia e seus usos. Parte-se do entendimento inicial de que a tecnologia é uma atividade humana,

socialmente contextualizada e, portanto, não exclui a teorização, mas volta-se a resolução de problemas. Em oposição à ciência, seu objetivo não é o de explicar o objeto, e sim transformá-lo, à medida da necessidade dos agentes sociais que a condicionam. Ademais, a tecnologia não se confunde com a técnica, pois possui aspectos que esta segunda não contempla. Kline apud Silva (2003) afirma que a tecnologia possui três aspectos:

- ✚ Aspectos culturais, nos quais está incluído o sistema sócio-técnico de uso;
- ✚ Aspectos organizacionais, nos quais enquadra-se o sistema sócio-técnico de manufatura;
- ✚ Aspectos técnicos, nos quais se inserem o *hardware* (componentes físicos, objetos de produção humana) e *Know how* (saber fazer, competências e habilidades para executar as tarefas).

Desta definição entende-se, por fim, que a tecnologia compreende a técnica (*hardware + know how*), mas não pode ser confundida com esta, uma vez que também apresenta aspectos organizacionais e culturais, não pertencentes àquela.

Assim, concorda-se com Dagnino (2008b) e Auler (2002) ao refutarem a tese da neutralidade da ciência e tecnologia. Assume-se assim, que toda tecnologia tem em si uma finalidade, e que não se pode analisar as consequências, como se apenas os seus usos fossem sujeitos à interesses sociais. As tecnologias não são apenas usadas “para o bem ou para o mal”, em muitos casos são desenvolvidas ou financiadas por grupos com interesses específicos.

Outra tese rejeitada no âmbito deste trabalho, em concordância com Dagnino (2008) e Auler (2002), é o determinismo tecnológico. Por essa tese, o desenvolvimento tecnológico é inevitável, cabendo às pessoas avaliar e adaptar-se às consequências advindas desse processo. A postura aqui adotada é a de compreensão que, como qualquer outro processo histórico e social, o desenvolvimento tecnológico passa por instâncias de decisões políticas, quer seja na escolha e financiamento de pesquisas, quer seja da disseminação da tecnologia gerada.

A seguir é apresentado na Figura 2 um quadro descritivo das concepções sobre tecnologia proposto por Dagnino (2008), o qual se pode ter quatro grandes formas de pensamento sobre o tema, a depender de dois aspectos: a autonomia dos sistemas tecnológicos e sua neutralidade.

A concepção determinista seria uma posição na qual se crê na neutralidade da tecnologia conjugada com sua autonomia, o que levaria a um desenvolvimento linear e a um processo que, apesar de oprimir em um primeiro momento, levaria à libertação da massa proletária. Essa é uma concepção partilhada pela esquerda marxista tradicional, contudo ignora a possibilidade de os objetos tecnológicos trazerem em si propósitos das classes que as produzem/financiam. Por outro lado, ao acreditar que a tecnologia é autônoma não se deveria/poderia controlar seu desenvolvimento.



Figura 2: Concepções sobre tecnologia (DAGNINO, 2008b)

Na segunda concepção, considera-se que, apesar de ser neutra, a tecnologia é controlável, o que leva ao otimismo em sua posição positivista na crença de que o desenvolvimento tecnológico pode, sob um controle ético, produzir o bem-estar social. Cabe aqui notar que esta ideia instrumentalista deixa claro que não existem consequências negativas da tecnologia, e que os impactos são gerados a partir do mau uso, ou de fatores e interesses humanos no momento de apropriação da tecnologia e não em sua produção.

No polo oposto encontra-se a visão substantivista, que ao se crer na autonomia e condicionamento da tecnologia a valores, descarta-se a ideia de que a tecnologia possa ser usada para fins que não os inicialmente projetados.

Dessa forma, uma vez produzida como instrumento de dominação da classe proletária, não poderia se converter em instrumento de libertação das mesmas.

Por fim, há a perspectiva da apropriação social, segundo a qual apesar de ser condicionada a seus valores de produção, uma tecnologia pode ser apropriada para fins não previstos. Há aqui uma posição otimista, porém crítica, uma vez que essa apropriação, e conseqüente emancipação humana é apenas uma possibilidade, que deve ser construída, não é *a priori* um caminho inevitável. Assim, cabe aos cidadãos, engajados com a emancipação humana, lutar para que os artefatos tecnológicos possam efetivamente cumprir a missão de proporcionar bem-estar a maior parte das pessoas, o que hoje não se configura como uma verdade.

Essas ponderações sobre a natureza do conhecimento científico e tecnológico encaminham a reflexões sobre a sociedade na qual os seres humanos estão inseridos. Para tanto, parte-se da definição de Castoriadis apud Santos (1999), segundo o qual a sociedade pode ser entendida como instituição humana que é “obra do grande imaginário coletivo anônimo”, alicerçado na cultura. Este seria o elemento unificador que transformaria uma comunidade – conjunto de pessoas – em uma sociedade, sendo elementos constituintes da cultura a língua, tradições e crenças, que se produzem e reproduzem a cada geração (MORIN apud SANTOS, 1999).

É exatamente sobre este ponto que o olhar se detém e de onde surge um questionamento: quais as crenças e demais elementos culturais que caracterizam a sociedade ocidental na qual o Brasil esta inserido?

Sabe-se que, a além da ciência e tecnologia, a sociedade faz uso de outros elementos para interpretar e comunicar a realidade, sendo esses as opiniões, as crenças, a cultura, o senso comum, os mitos e as utopias.

De todos esses elementos, as crenças e utopias têm um papel fundamental nas sociedades. Foram as utopias geradas nos séculos passados que nos influenciaram fortemente na construção da sociedade atual. Mesmo que não realizáveis, essas utopias influenciaram fortemente as ações humanas no contexto social. Uma delas, à qual já foi feita referência, foi o sonho humano de eliminar todos os males sociais a partir do desenvolvimento de C&T, que iriam, a partir de um processo linear, gerar melhores condições de vida para todos, trazendo cura para todas as doenças, livrando o homem do trabalho pesado, abolindo as grandes desigualdades sociais e criando condições de conforto para toda a população.

Sendo assim, as utopias tiveram um papel fundamental na interação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia, pois impulsionaram com suas forças oníricas a realização dessas últimas. Sem a utopia de um futuro melhor graças a C&T, como explicar os gigantescos esforços que as populações dos mais diversos países efetuaram nos últimos anos?

Contudo, os ideais utópicos também guiaram atrocidades e barbáries no século XX, e em muitas dessas a ciência e tecnologia tiveram importante função. Basta lembrar a bomba atômica, as armas químicas e biológicas, e as atrocidades cometidas pelos médicos nazistas nos campos de concentração.

E só então começou a surgir um questionamento sobre esses ideais utópicos traduzidos em mitos modernos, como expressos por Auler (2002):

- # O mito da ciência Salvacionista;
- # O mito da neutralidade Científica;
- # O mito do determinismo tecnológico;

Outra importante característica identitária da sociedade atual é a relação com a informação, que distancia o presente de outros momentos históricos (sociedade feudal, sociedade industrial). Hoje, além de produtos materiais, consume-se também informação nas suas mais variadas formas: filmes, jornais, e-book's, música, cursos..., só para citar alguns.

Essa busca incessante por informação tem caminhado paralelamente à globalização, que, tal como se configura, tem ajudado a disseminar tecnologias e informações de forma desigual, excluindo no processo aqueles que não podem ter. A globalização tem se constituído em um assassinio cultural, onde culturas locais são oprimidas por uma cultura de massa, sendo essa perda de diversidade cultural uma das grandes ameaças que configuram a situação de emergência planetária na qual os seres humanos se encontram (VILCHES *et al.*, 2008).

É nesse contexto de intensa transformação agravado pela globalização, geração de informação, produção de ciência e tecnologia e exclusão social que se faz mais urgente uma educação científica e tecnológica que consiga promover a autonomia do cidadão, habilitando-o para uma participação crítica e questionadora de sua realidade.

ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS.

Ao falar sobre objetivos da educação científica sob a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade, não se pode deixar de fora a discussão sobre a alfabetização científica e tecnológica (ACT). Essa expressão, traduzida do inglês *scientific literacy*, tem denominado diversas compreensões diferentes sobre quais as finalidades da educação científica, desde a compreensão de uma educação voltada à formação de futuros cientistas à educação para a participação cidadã (SANTOS, 2007; DEBOER, 2000; HOBROOK e RANNIKMAE, 2009)

No contexto desse estudo, por coerência com a perspectiva CTS adotou-se inicialmente a definição de Chassot (2006), para o qual a Alfabetização Científica (AC) é “conjunto de conhecimentos que facilitariam ao homem e a mulher ler o mundo em que vivem.” Porém, dada a necessidade de abordar também questões tecnológicas, e em concordância com Cajas (2001) incorporou-se a ideia de que também os aspectos tecnológico fazem parte do corpo de conhecimentos que um cidadão contemporâneo, de onde decorre o uso da expressão ACT. O arcabouço teórico que fundamentou a perspectiva de alfabetização científica adotada, foi ainda acrescido em consonância com a defesa de uma ACT humanística com paralelos e inspiração na pedagogia freiriana conforme defendido por Santos (2009) e Santos (2008).

Por fim, destaca-se que se tem conhecimento sobre a discussão sobre o uso dos termos alfabetização e letramento conforme o expresso por Santos (2007), contudo no escopo desse trabalho optou-se pelo uso de ambas as expressões como sinônimas, uma vez que dentro da comunidade de pesquisadores da área não há um consenso estabelecido, e que é comum o uso de alfabetização dentro de uma conceituação ampla que contemple não apenas aspectos restritos do conhecimento em ciências, mas também elementos da natureza da ciência, seu papel social e o aspecto cultural associado a essa atividade.

CTS E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Desde seu início, os estudos CTS tiveram forte preocupação com questões educacionais, proporcionando assim o surgimento de múltiplas propostas. Essas propostas foram categorizadas por Aikenhead (1994), conforme apresentado por Santos

e Mortimer (2002), e estão apresentadas no quadro 1.

Quadro 1: Categorias de ensino CTS

Categoria	Descrição	Exemplo
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.	<i>O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais</i>
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.	<i>Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).</i>
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.	<i>Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK). ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teachers' Association of victoria Physics Series (Austrália).</i>
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 seqüência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente.	
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. 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.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK)</i>
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a	<i>Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy</i>

	aprendizagem.	<i>Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá)</i>
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in a Social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá)</i>
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	<i>Science and Society (UK.), Innovations: The Social Consequencies of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).</i>

Fonte: Santos e Mortimer (2002).

Quando se particulariza o ensino superior, encontram-se diversas propostas de inclusão dos conteúdos CTS e CTSA feitas em licenciaturas de maneira experimental. Inicialmente pode-se destacar na Comunidade Iberoamericana os trabalhos de Martins (2003) que aplicou a construção de maquetes como forma de alfabetização científica e tecnológica (ACT) de licenciandos em química e física, obtendo resultados positivos no tocante à compreensão de como química, física e engenharias se inserem na sociedade, e suas repercussões a partir dos sistemas públicos de distribuição de água;

Silva (2003) desenvolve em sua tese de doutorado uma proposta de inclusão dos conteúdos de tecnologia na licenciatura em química, tendo como temas atividades voltadas a realidade da indústria química local; Mamede e Zimmerman (2005) abordam questões CTS para graduandos de pedagogia em disciplinas de formação para o ensino de ciências; Torres e Vieira (2009) relatam a experiência de desenvolvimento de uma unidade didática voltada às séries iniciais com base na produção de um software e um guia de atividade discutindo a energia, através da articulação entre educação formal e

não-formal; Nunes (2010), em sua dissertação, elabora e avalia um material didático CTSA para licenciaturas em química no sertão nordestino.

No entanto, a discussão sobre a inclusão das relações CTS/CTSA no ensino de ciências é mais ampla, estando difundida em todos os continentes. Aikenhead (2003) descreve com precisão como os estudos CTS tiveram que enfrentar dificuldades concernentes ao currículo e a formação de professores nos Estados Unidos e Canadá, desde seu surgimento, entre o final da década de 70 e início da década de 80, até atingir o status do qual usufrui atualmente.

Contudo, essa discussão não tem permanecido restrita apenas no nível superior de escolaridade. Por exemplo, Mansur (2007) procura responder, através de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, quais as mudanças efetivamente realizadas nas salas de aula egípcias a partir da discussão dos pressupostos CTS, enquanto Besselaar (2001) discute a natureza cognitiva e social do próprio campo de estudo.

Mais recentemente, pode-se citar Fan (2007) e Anderson (2007) que discutem a inserção do leste asiático no campo de estudos CTS e as possíveis contribuições destes países à discussão entre a C&T e a sociedade. Fan e Huiduan (2009) discutem os caminhos que os estudos CTS tomaram na China, desde seus primeiros trabalhos a partir da década de 30, com forte influencia do pensamento marxista, até sua institucionalização na década de 90 do século passado, quando a educação com este enfoque passou a ganhar destaque. Por fim, esses autores discutem que conteúdos e objetivos a educação, mediante as interações C&T- Sociedade, tem na China. Ainda na Ásia, trabalhos como o de Tomoaki et al (2000) e Chin (2008), respectivamente no Japão e em Taiwan, demonstram que o ensino das relações CTS encontram-se consolidadas naquele continente.

Voltando aos trabalhos desenvolvidos no Brasil, com interesse particularizado no currículo, Menestrina (2008) investigou os documentos referentes aos projetos políticos pedagógicos dos cursos de engenharia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), buscando entender as visões sobre C&T ali expressas e as implicações destas na formação dos egressos daquela unidade. Este trabalho é caracterizado como um estudo de caso, apoiado em análises documental e de conteúdo de entrevistas realizadas com os professores participantes da elaboração dos planos de curso.

Já Pinheiro (2005) examina a possibilidade de um enfoque CTS na educação matemática de nível médio. Para tanto a pesquisadora em um contexto de pesquisa-

ação, desenvolve e avalia atividades que visam trabalhar uma postura crítica nos estudantes de cursos técnicos da UFTPR/Ponta Grossa, chegando a conclusão de que este enfoque contribui para que os estudantes desenvolvam a capacidade de perceber que podem atuar na sociedade e de que os conhecimentos científicos ou tecnológicos não são neutros.

Também se pode perceber o avanço das discussões de âmbito CTS no Brasil através dos grupos de pesquisa dedicados à área, dentre os quais Mezalira (2008) identificou três de maior atuação no país: a) Física e Engenharias (UFSC); b) Química (UNB); c) Biologia (USP). Em sua dissertação a pesquisadora demonstra um claro crescimento na produção de trabalhos voltados ao ensino-aprendizagem dessas áreas, em todos os níveis de escolaridade, mas com destaque para o ensino médio e superior.

Outra pesquisadora que se propõe a discutir os caminhos que a educação com orientação CTS tomou no país é Strieder (2012) que, em sua tese de doutorado, aponta uma matriz para a compreensão dos pressupostos e dos significados que o termo adquiriu no Brasil.

Ainda neste trabalho a autora apresenta a análise sobre a produção em CTS no Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC) do período de 1997 a 2007, chegando ao resultado expresso nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6: Distribuição de trabalhos nos ENPEC's

Encontro	Local	Total	Sobre CTS
I- 1997	Águas de Lindóia/SP	139	3 (2%)
II- 1999	Valinhos/SP	117	8 (7%)
III- 2001	Atibaia/SP	161	4 (2,5%)
IV- 2003	Bauru/SP	434	9 (2%)
V- 2005	Bauru/SP	737	24 (3%)
VI- 2007	Florianópolis	601	29 (5%)

Fonte: Strieder (2012)

Como se pode perceber, há um incremento progressivo no número de trabalhos apresentados com temática CTS, ainda que em termos percentuais esse crescimento não seja tão significativa ou linear dentro do período.

Tabela 7: Ocorrência de preocupações

Preocupações	Ocorrência
Pesquisas e revisões teóricas	15 (19%)
Levantamento de concepções	22 (29%)
Materiais didáticos	8 (10%)
Propostas de sala de aula	32 (42%)

Fonte: Strieder (2012)

Por outro lado, a tabela 7 nos revela os focos de interesse dos trabalhos apresentados nos ENPEC's, deixando clara a maior ênfase em propostas para sala de aula e levantamento de concepções, como também o pequeno número de trabalhos sobre materiais didáticos, quer seja em elaboração, quer seja na avaliação de materiais existentes.

Outra contribuição que esta autora traz é uma matriz para caracterizar as contribuições brasileiras no campo CTS, uma vez que a polissemia do termo tem levado a proposições diversas com o mesmo rótulo. Na tabela 8 é apresentada a matriz.

Tabela 8: Matriz de Conceitos sobre CTS

Racionalidade	Desenvolvimento	Participação	Educação
		(1P)	
(1R) Desocultamento da realidade	(1D) Neutro	Reconhecimento	(1E) Percepções
(2R) Universal	(2D) Sinônimo de progresso	(2P) Decisão Individual	(2E) Questionamento
(3R) Em contexto	(3D)	(3P) Decisão coletiva	s
(4R) Questionada	Especificidades	(4P) Mecanismos de	(3E)
(5R) Insuficiente	(4D) Orientado	pressão	Compromisso
	(5D) Em contexto	(5P) Esferas políticas	Social

Fonte: Strieder (2012)

Em sua contribuição, a autora diferencia as propostas segundo suas concepções de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social, e orientação educacional. Assim, discute como as investigações, que se autodenominam CTS, têm apresentado concepções de racionalidade baseadas desde uma visão totalmente positivista (1R) até visões críticas e relativistas (4R e 5R). Como a ideia de desenvolvimento tecnológico encontrada varia entre uma posição idealizada de neutralidade (1D) até uma visão contextualizada, em consonância com a ideia de apropriação social da tecnologia (5D). E tem uma concepção de participação social que vai do mero reconhecimento da ciência e tecnologia (1P), até a busca de despertar uma efetiva disposição enquanto um cidadão engajado a interferir nas esferas políticas sobre questões de C&T (5P). E por fim, é discutida a concepção educacional que norteia os trabalhos. Se a preocupação fica ao nível de que se perceba, se questione ou se desenvolva um efetivo compromisso social, visando uma mudança de postura.

Com base nessa matriz em uma amostra publicada na Revista Ciência e Educação, a autora chega à conclusão de que os artigos teóricos, ou o referencial teórico dos artigos com intervenções tendem a apresentar concepções mais críticas, no sentido de uma racionalidade crítica sobre o conhecimento científico, revelando sua fragmentação e insuficiência, problemas no desenvolvimento tecnológico, destacando como objetivos de participação e educacionais, a promoção do compromisso social e compreensão do papel de atuação do cidadão nas esferas políticas.

Enquanto as propostas de intervenção têm permanecido, nos níveis menos críticos onde ciência e tecnologia são apresentadas de forma neutra e como conhecimentos universais, cabendo ao indivíduo se informar ou quando muito aprender para o desenvolvimento de atitudes ao nível individual.

Há ainda um ponto deve ser destacado nos estudos CTS, que é a produção e avaliação de materiais didáticos. Neste contexto Freitas e Santos (2004) fazem um levantamento sobre os materiais didáticos produzidos no projeto “Instrumentação para o ensino de ciências naturais e matemática”, avaliando os mesmos e chegando à conclusão de que estes primam pela interdisciplinaridade e a contextualização. Para esta avaliação utilizaram os critérios elaborados por Waks (1992), a saber: responsabilidade, relação com questões sociais, balanços de pontos de vista, tomada de decisão e resolução de problemas, ação responsável e integração de pontos de vista.

Mansur (2007), ao discutir o pensamento dos professores sobre a possibilidade de implementação do enfoque CTS no ensino básico egípcio, detecta que estes

encontram na falta de materiais didáticos adequados com tal enfoque para sua realidade, um obstáculo para a efetivação desta proposta.

No Brasil, até muito recentemente, só se encontrava um livro direcionado ao ensino de química em nível médio: o livro “Química e Sociedade”, que foi elaborado a partir de problemas sociais, ambientais e industriais, sem prescindir dos conteúdos de química teórico-conceituais da química, ficando o livro estruturado em unidade com relação direta a um tema social, a partir do qual são abordados os conteúdos. Essa estrutura está exemplificada no quadro 2, no qual são descritas as duas primeiras unidades dos livros (SANTOS et al, 2005 ; SANTOS et al, 2007):

Quadro 2: Estrutura do livro Química e Sociedade

Unidade Didática	Tema Social	Conteúdos
1. A ciência e os materiais	Lixo	Química, Tecnologia e Sociedade Materiais e Transformações Métodos de separação
2. Modelos de partículas	Poluição Atmosférica	O químico e suas atividades Estudo dos Gases Modelo atômico

Fonte: Santos et al (2005)

Contudo, recentemente nos livros escolhidos pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLDEM) 2012, três dentre os cinco livros de química escolhidos fazem referência direta ou indireta às relações CTS (LISBOA 2010; SANTOS et al, 2010; REIS, 2010). Ainda assim, parece haver uma carência em propostas que deem suporte a essa abordagem em contextos locais, ainda que já existam algumas iniciativas pontuais.

A carência por materiais de química com enfoque CTSA também é relatada por Silva, Nuñez e Martins (2009) ao afirmarem que no Brasil, ainda mais especificamente no nordeste, são quase inexistentes materiais didáticos com esta característica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que esta revisão de literatura tenha sido sistemática e extensiva, alguns pontos parecem surgir como lacunas para futuras propostas de intervenção:

- a) As propostas CTS brasileiras têm centrado esforços nas discussões das tradições europeias e norte-americanas, esquecendo o potencial de pensamento latino-americano e sua vinculação a políticas de ciência e tecnologia;
- b) Poucas propostas têm apresentado concepções críticas de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social em nível de implementação em sala de aula;
- c) Não foram encontrados trabalhos que tenham como objeto a elaboração de um material didático específico para a disciplina de Química Geral em nível superior;
- d) Não foram encontradas na literatura referências a materiais didáticos voltados à licenciatura no que tange às disciplinas específicas das ciências da natureza e matemática com esse enfoque;

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S., STS Education: A Rose by Any Other Name in ROSS, R. **A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham**, Published by Routledge Press, 2003.

ALVES, R. **Filosofia da Ciência** : introdução ao jogo e a suas regras, São Paulo: Loyola, 12^a ed., 2007.

ANDERSON, W. How Far Can East Asian STS Go? A Commentary, **East Asian Science, Technology and Society: an International Journal**, 1: 249–250, 2007.

AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica. – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BESSELAAR, P. V. D. The cognitive and the social structure of STS. **Scientometrics**, vol. 51, nº. 2 441–460, 2001.

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

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

CEREZO, J. A. L., Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos, **Revista Iberoamericana de Educación**. nº 18, 1998.

CHIN, C. An Overview of Graduate Theses on STS Education in Taiwan between 1992 and 2004. **Chinese Journal of Science Education**. vol. 16 n. 4, 351 - 373, 2008.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

DEBOER, G. E. Scientific Literacy : Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582–601, 2000.

FAN, C. HUIDUAN, M. **Thinking about some problems in current STS education**, 2009. Disponível no site: <http://apstsnzworkshop.blogspot.com/> acesso em 18/05/2010.

FAN, F. East Asian STS: Fox or Hedgehog? **East Asian Science, Technology and Society: an International Journal**, 1:243–247, 2007.

FEYRABEND, Paul K., **Contra o método**, São Paulo: Editora da UNESP, 2007.

FREITAS, D., Freitas, D., SANTOS, S. A. M. dos . **CTS na produção de materiais didáticos**: o caso do projeto brasileiro Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática. In: III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências, Aveiro, 2004.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

GARCÍA, M. I. G., LÓPEZ CEREZO, J. A., LUJAN, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madri: Tecnos, 1996.

HESSEN, B. no II Congresso Internacional da História da Ciência e da Tecnologia, Londres, 1931, tradução de J. Zanetic para a **Rev. Ensino de Física**, vol. 6, no. 1, p. 37. 1984.

HOLBROOK, J.; RANNIKMAE, M. The Meaning of Scientific Literacy. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 4, n. 3, p. 275–288, 2009.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 4 ed. São Paulo : Editora Perspectiva, 1996.

LISBOA, J. C. F. **Ser Protagonista**: Química. SM Editora: São Paulo, 2010.

MAMEDE, M. ZIMMERMANN, E . Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza De Las Ciencias**, 2005. número extra.

MANSUR, N. Chanlleges to STS Education. **Bulletin of Science, Techology, and Society**, v. 27, n. 6, 482-497, 2007.

MARTINS, I. P. Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol 2, nº3, 2003.

MEMBIELA, P. Uma revisión del movimiento CTS em La enseñanza de las Ciências. In: _____ (org.). **Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía**. Madrid: Nancea, 2001.

MENESTRINA, T. C. **Concepção de Ciência, Tecnologia E Sociedade Na Formação de Engenheiros**: Um Estudo de Caso das Engenharias da Udesc Joinville. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MEZALIRA, S. M. **Enfoque CTS no Ensino de Ciências Naturais a partir de publicações em eventos científicos no Brasil**. Unijuí: Ijuí, 2008. (Dissertação de Mestrado)

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

NUNES, A. O., **Abordando as Relações CTSA no Ensino da Química a partir das crenças e atitudes de licenciandos: uma experiência formativa no Sertão Nordeste**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese de Doutorado. Florianópolis. 2005.

REIS, M. **Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia**. FTD: São Paulo, 2010.

SANTOS, W. L. P., MÓL, G. S., SILVA, R. R., CASTRO, E. N. F. DE, SILVA, G DE S., MATSUNAGA, R. T., SANTOS, S. M. O., DIB, S. M. F., FARIAS, S. B., **Química Cidadã**. Nova Geração: São Paulo, 2010.

SANTOS, W. L. P. DOS. Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361–382, mar. 2009.

SANTOS, W. L. P. DOS. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana : Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 109–131, 2008.

SANTOS, W. L. P. DOS. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social : funções , princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474–550, 2007.

SANTOS *et al.*, Química e Sociedade: Ensinando Química pela construção contextualizada dos conceitos químicos. in ZANON, L. B., MALDANER, O. A., **Fundamento e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**, Ijuí: Unijuí, 2007.

SANTOS, W. L. P., MÓL, G. S., SILVA, R. R., CASTRO, E. N. F. DE, SILVA, G DE S., MATSUNAGA, R. T., SANTOS, S. M. O., DIB, S. M. F., FARIAS, S. B **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

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. 133-162, dez. 2002.

SANTOS, M. E. V. M. **Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudança científica, tecnológica e social**. Lisboa: Livros Horizonte, 1999.

SANMARTÍN, L.P. M., *História de la Técnica: ¿Qué és? ¿En qué contribuye a clarificar las relaciones entre tecnología y sociedad? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Hay alternativas?* In: SANMARTÍN, J. CUTCLIFFE, S.H., GOLDMAN, S.L., MEDINA, M. **Estudios sobre sociedad y tecnología**. Barcelona: Antropos; Leioa (Vivcaya): Universidad del País Vasco, 1992.

SILVA, M.G.L, MARTINS, A.F.P., NUÑEZ, I.B. O meio ambiente, a indústria e a sociedade como proposta de material didático de enfoque CTSA para o ensino médio. In SILVA, M.G.L., FARIA, T.C.L., **Ensino de Ciências: Relatos de pesquisa e materiais didáticos**. Natal: EDUFERN, 2009.

SILVA, M. G. L. **Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial**, Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/>>. Acesso em: 2013-10-15.

TOMOAKI, O., HIROSHI, J., SHUN'ICHI, K.; Case Study of STS Education in High School - Tissue Culture of Kuretsubo-kabu. **Japanese Journal of Biological Education**, vol.41; n.2; 50-56, 2000.

TORRES, A. C., VIEIRA, R. M. Development of courseware for early school years' science education. In: Méndez-Vilas, A., Solano Martín, A., Mesa González, J.A., Mesa González, J. **Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education**. FORMATEX: Badajoz, vol 1, 2009.

VILCHES, A, GIL-PÉREZ, D., MACÍAS, Ó., TOSCANO, J. C. Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de La ciudadanía y, en particular, de los educadores, en La construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. **Revista CTS**, nº 11, vol. 4, 139-162, Julio de 2008.

O que se esconde 27/10/2013

Para conhecer alguém

Há que se aproximar

Espreitar

Silenciar e meditar

Há que se ter empatia

E entrar na pele alheia

Há que se ter imaginação

E também realidade

Para se conhecer alguém

Há que se abrir a cabeça

Com a mente vigilante

E a alma a postos.

CAPÍTULO 4: ATITUDES E CRENÇAS CTS E QSA DE ESTUDANTES: UMA ANÁLISE QUANTITATIVA

INTRODUÇÃO

O estudo das atitudes e crenças sobre ciência e tecnologia (C&T) ganha significado a partir da necessidade de um letramento científico e tecnológico (LCT) e dos estudos CTS, uma vez que dentro deste enfoque, como é dito por Collins e Pich (2009), um dos objetivos da educação é ensinar sobre ciências, e não apenas ensinar ciência.

Segundo Manassero e Vázquez (2001), escolhas em relação aos mais diversos aspectos da Ciência e da Tecnologia, tais como opção por carreiras, interesse pelos estudos e rendimento escolar, tem raízes nas atitudes e crenças adquiridas ao longo da vida.

Ao se refletir sobre cada uma das categorias escolhidas para este estudo (atitudes e crenças), nota-se a necessidade de delimitar o significado do qual se faz uso neste trabalho, a fim de diferenciá-los dos atribuídos no cotidiano.

Assim, faz-se uso da definição de Marmitt e colaboradores (2008), na qual se salienta que o termo “crença” não pode ser confundido com aspectos místicos, por tratar-se da tradução do inglês ‘beliefs’ e se refere às ideias que as pessoas apresentam em relação a um determinado objeto.

Os mesmos pesquisadores descrevem as crenças como possuidoras de certa estabilidade (ainda que dinâmicas), pois há a possibilidade de modificá-las, mediante o confronto com outras ideias e/ou fatos, permitindo certa evolução.

No tocante ao termo atitude, utiliza-se o sentido atribuído por Manassero e Vázquez (2001), segundo os quais as atitudes seriam constituídas por três elementos:

Conjunto organizado e durador de convicções ou crenças (elemento cognitivo) dotadas de uma predisposição ou carga afetiva favorável ou desfavorável (elemento avaliativo ou afetivo) que guia a conduta das pessoas a respeito de um determinado objeto social (elemento comportamental).
(Tradução nossa)

Dentro da pesquisa em ensino de ciências, diversos são os trabalhos que visam identificar as concepções, crenças, atitudes e valores em relação à ciência, a tecnologia e a sociedade (PRAIA e CACHAPUZ, 1994; ACEVEDO *et al*, 2002, NUNES e DANTAS, 2012).

Destaca-se também o trabalho de Vieira e Martins (2005) que, ao discutirem as crenças de professores em exercício sobre as relações CTS, afirmam que este conhecimento tem fortes implicações sobre as propostas de formação inicial e continuada de professores.

Essa importância remete às questões metodológicas de como identificar e avaliar as atitudes e crenças, tendo em vista que existem inúmeros instrumentos para tal. Manassero e Vázquez (2002) realizam uma revisão da pesquisa em atitudes e crenças em relação aos aspectos CTS e apresentam argumentam sobre a validade e confiabilidade dos métodos tradicionalmente utilizados, deixando clara a fragilidade das metodologias tradicionalmente empregadas. Em outro estudo, Acevedo et al (2001) afirmam existir duas tradições da medição de atitudes: a) o escalonamento psicofísico e b) a avaliação psicométrica.

Tendo-se em vista a opção deste estudo na presente tese pelas escalas de Likert e escalas de Diferencial Semântico, percebe-se que as mesmas estão enquadradas dentro da avaliação psicométrica, que, segundo o mesmo autor, consistiria em:

(...) aplicar testes, respondendo-se a uma série de questões, cada uma das quais tem por objetivo quantificar o atributo comum que se pretende medir, para construir uma pontuação classificatória para a atitude da pessoa sobre um contínuo. As conhecidas escalas tipo Likert e de diferencial semântico caberiam dentro desta segunda tradição, cuja validade radica na suposta capacidade de cada questão para representar adequadamente o construto atitudinal que se mede. (Acevedo et al, 2001) (Tradução nossa)

Assim, para o levantamento das crenças e atitudes dos estudantes da UTFPR, IFRN e UFRN optou-se por trabalhar dois questionários (Anexo 1 e 2) que possuem uma estrutura comum: uma escala de Likert e uma escala de diferencial semântico, que podem ser classificadas como uma avaliação psicométrica, juntamente com um questionário aberto. A combinação dos três instrumentos teve como finalidade a obtenção de dados mais consistentes e fidedignos.

É importante ainda delimitar um conceito de positivismo usado no contexto desse capítulo.

O positivismo é uma corrente filosófica surgida na França, que teve como um dos seus principais representantes Augusto Comte. Entre seus principais postulados encontramos a rejeição de todas as outras formas de conhecimento em favor da ciência. Para os positivistas, todo o conhecimento verdadeiro só poderia surgir da experiência e da observação, rejeitando assim, a metafísica como forma de conhecimento válida. Aos primeiros filósofos positivistas seguiram-se outros, e um grupo em particular ganhou notoriedade e ficou conhecido por “Círculo de Viena”, que deu origem ao termo “positivismo lógico”, cujos princípios são enunciados por Moore (1985) e Dittrich et al (2009):

- a) que os métodos da ciência são a única via para o conhecimento válido, e que os métodos da ciência partem do estabelecimento do significado de uma proposição sobre a natureza, por meio da especificação do método de sua verificação experimental; proposições que não podem ser verificadas experiencialmente simplesmente não têm significado para a ciência;
- b) que a ciência não é nada mais do que a reflexão conceitual sobre os conteúdos da experiência imediata de um cientista, e que afirmações científicas devem, portanto, ser interpretadas como proposições que reportam o que é dado na experiência imediata do cientista;
- c) que reivindicações de conhecimento baseadas em elementos *a priori*, metafisicamente dados, devem ser rejeitadas, visto que tais reivindicações não podem ser experiencialmente verificadas;
- d) que toda a ciência pode ser unificada sob a análise de como os cientistas operam sobre os conteúdos de sua experiência imediata, e como eles empregam definições fisicalistas (i.e., procedimentos intersubjetivamente verificáveis e leituras intersubjetivamente verificáveis de medidores, marcadores e contadores) em apoio a seus conceitos; e
- e) que a linguagem é um sistema sintático para estruturar o conhecimento, e que uma compreensão da expressão desse conhecimento exige, também, uma compreensão dos papéis da lógica e da sintaxe no que diz respeito à construção, substituição, transformação, redução e prova.

Assim, quando se faz referência dentro do escopo dessa tese ao positivismo, em especial sobre atitudes e crenças dos estudantes, esta vincula-se, necessariamente, às ideias defendidas nesse movimento histórico, tanto Augusto Comte, quanto os filósofos do “Círculo de Viena”.

Parte dos dados e análises aqui expressos já foram apresentados (NUNES et al, 2013) no IX Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, e publicado em número extra da Revista Enseñanza de las Ciencias.

PERCURSO METODOLÓGICO

No presente trabalho, optou-se por um tratamento quali-quantitativo dos dados analisados, fundamentados nas argumentações de Grecca (2002) e Coll, Dalgety e Salter (2002) sobre as abordagens qualitativas e quantitativas utilizadas em pesquisas sobre ensino de ciências. Essa opção teve como objetivo evitar limitações naturais dessas abordagens quando são usadas separadamente, uma vez que ambas apresentam aplicações e limitações distintas.

Nesta pesquisa foram utilizados, conforme já expresso anteriormente, seis instrumentos divididos em dois questionários com a mesma estrutura: uma escala do tipo Likert, uma escala Diferencial Semântico e um questionário aberto.

No primeiro questionário as escalas possuem vinte e duas assertivas/comparações e foram adaptadas a partir de estudos anteriores (NUNES e DANTAS, 2012; COLL *et al* 2002) para atender ao público a ser entrevistado e ao objeto desse estudo. O questionário aberto possui seis questões também adaptadas de estudos anteriores (NUNES, 2010; NUNES e DANTAS, 2012).

O primeiro questionário foi aplicado com estudantes do Campus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e do Campus Mossoró do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte durante o mês de dezembro de 2012. Ao todo, fizeram parte da pesquisa na UTFPR seis estudantes do mestrado profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET), seis do curso de licenciatura em física, trinta e um do curso de bacharelado em química e dezessete do curso superior de tecnologia em processos ambientais. No IFRN responderam ao questionário vinte e três estudantes do curso de licenciatura em matemática.

Esse primeiro instrumento tinha por objetivo abordar as atitudes e crenças dos estudantes dessas instituições sobre as relações CTS, nos componentes: Ciência Escolar, C&T-Sociedade, C&T-Ambiente, Relação entre Ciência e Tecnologia, Relação Química – Sociedade.

As escalas do questionário foram construídas a partir da tradução e adaptação de instrumentos encontrados na literatura (Coll *et al*, 2002; Molina, Carriazo e Farías, 2011), enquanto as questões abertas foram elaboradas e validadas inicialmente com os orientadores deste trabalho.

O segundo questionário foi aplicado no mês de junho de 2013 para estudantes dos cursos de licenciatura em Biologia, Química e Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e para alunos de Gestão Ambiental do IFRN. Participaram do estudo trinta e dois estudantes de biologia, vinte e quatro de química, treze de física e doze de gestão ambiental.

Este segundo instrumento tinha como foco principal entender as atitudes dos estudantes de licenciatura sobre a química, tanto em seus componentes de autoestima para aprendizagem quanto às relações com a sociedade.

A amostra está descrita na tabela 9 e 10 a seguir:

Tabela 9: Respondentes do Questionário 1

Questionário	Química (UTFPR)	Processos (UTFPR)	PPGFCET (UTFPR – Egressos de Química)	Lic. Física (UTFPR)	Lic. Matemática (IFRN)
Q1	31	16	6	6	23

Tabela 10: Respondentes do Questionário 2

Questionário	Química (UFRN)	Biologia (UFRN)	Física (UFRN)	Gestão Ambiental (IFRN)
Q2	24	32	13	12

Dois critérios foram adotados para a seleção dos cursos onde os questionários foram aplicados: a) ser um curso de licenciatura no qual os estudantes tivessem a disciplina “Química Geral” como componente curricular obrigatório (Química, Física, Biologia e Matemática) b) ser um curso cuja habilitação profissional fosse vinculada ao Conselho Regional de Química (Processos Ambientais, Química e Gestão ambiental). No tocante aos respondentes, o único critério de inclusão adotado foi o de que o estudante tivesse cursado a disciplina Química Geral.

Para a escolha das instituições além da facilidade de acesso, optou-se por buscar instituições com perfis distintos, conforme detalhado na tabela 11 a seguir.

Tabela 11: Perfil de Instituições Pesquisadas

Instituição	Localidade	Tempo de existência	de Perfil	Região
UFRN	Natal - RN	Cursos Consolidados	Instituição de Ensino Superior	Nordeste
IFRN	Mossoró - RN	Cursos Novos	Instituição de Ensino Básico, Técnico e Superior	Nordeste
UTFPR	Curitiba - PR	Cursos Novos e Consolidados	Instituição de Ensino Básico, Técnico e Superior	Sul

Para o tratamento dos dados obtidos com as escalas foi utilizado o mesmo procedimento estatístico. Optou-se pelo cálculo da média aritmética como medida de centralidade e do desvio padrão como medida de dispersão para cada assertiva/comparação proposta.

Para as escalas Diferencial Semântico foram atribuídos valores variando entre -3 (mais negativo) e +3 (mais positivo), enquanto que para as escalas de Likert foram atribuídos valores entre -2 e +2, conforme a seguinte descrição: +2 para TA (totalmente de acordo), +1 para A (de acordo), 0 para I (indeciso), -1 para D (desacordo) e -2 para TD (totalmente em desacordo). Para as assertivas de caráter negativo (A2, A3, A5, A6, A7, A11, A12, A13, A16, A19 – Likert 1 e A2, A6, A9, A10, A12, A13, A15, A17, A19, A22 – Likert 2) os valores atribuídos foram inversos ao descrito anteriormente.

Destaca-se ainda que a primeira escala de Likert (Anexo 1) é constituída por três categorias norteadoras da análise, sendo estas: relações entre C&T-Ambiente (Assertivas A5, A9, A11, A16, A20, A22, Ciência Escolar (Assertivas A2, A7, A10, A12, A15, A17, A18, A21) e aspectos gerais da influencia social sobre C&T (Assertivas A1, A3, A4, A6, A8, A13, A14, A19). Já a segunda, conforme descrito por Molina, Carriazo e Farías (2011), é constituída por quatro categorias: a importância da química e de disciplinas de química (assertivas 4, 8, 9, 11 e 16); dificuldade no estudo e compreensão da química (assertivas 2, 5, 13, 14, 20 e 22); interesse pela disciplina de

química (assertivas 1, 3, 6, 7, 12, 15, 17, 19 e 21) e utilidade do conhecimento químico (assertivas 10, 18 e 23).

Apenas para efeito didático, e para uma melhor compreensão do leitor, neste capítulo optou-se por descrever apenas os testes de validade e os resultados quantitativos que serão apresentados a seguir segundo a escala e a amostra pesquisada. No capítulo 5 serão apresentados os resultados qualitativos e as inferências possíveis entre dados quali e quantitativos.

CONFIABILIDADE DOS DADOS

Segundo Richardson (2011), a validade é uma das propriedades mais importantes de um instrumento de medição, tendo em vista que se refere à capacidade de um instrumento em medir o que se propõe.

Selltiz et al (1987) apresentam quatro diferentes tipos de validade, com distintas formas de identificação: validade aparente, validade simultânea, validade preditiva e validade de construto. Neste estudo optou-se por utilizar instrumentos já validados em outros contextos, adaptando-os e submetendo-os ao parecer de especialistas com vista a obter uma validade aparente.

Deve-se registrar, porém, que a validade de um instrumento tem direta relação com a sua confiabilidade (fidedignidade), de forma que, se este não for confiável, não poderá ser válido, ainda que a situação inversa seja possível. Ou seja: um instrumento pode ser confiável, medir com precisão, e não ser válido, por não medir a característica desejada.

Para Gil (2006), “uma escala é tida como fidedigna quando, aplicada à mesma amostra, produz consistentemente os mesmos resultados.” Esse autor ainda cita as três principais formas de teste de fidedignidade aplicadas a escalas:

1. Teste-reteste;
2. Formas múltiplas;
3. Técnicas das metades.

Paralelamente, Cronbach (1947), citado por Hora, Monteiro e Arica (2010), traz quatro definições distintas para confiabilidade:

• *Definição 1 – coeficiente de estabilidade:* Confiabilidade é o grau com que o resultado de um teste permanece com diferenças inalteráveis individualmente em qualquer tratamento.

- *Definição 2 – coeficiente de estabilidade e equivalência:* Confiabilidade é o grau com que o resultado de um teste permanece com diferenças inalteráveis no universo e na amostra definida pelo teste.
- *Definição 3 – Coeficiente de equivalência:* Confiabilidade é o grau com que o resultado de um teste indica o status do indivíduo no universo e na amostra definida pelo teste.
- *Definição 4 – Auto-correlação hipotética:* Confiabilidade é o grau com que o resultado de um teste indica diferenças individuais em qualquer tratamento no presente momento. (Cronbach (1947) apud Hora, Monteiro e Arica (2010)).

Neste trabalho, adotou-se a última definição de confiabilidade e, por decorrência, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach (1951) para o cálculo da confiabilidade das quatro escalas deste estudo. Esse coeficiente descrito por Lee J. Cronbach (1951) pode ser matematicamente definido como:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Onde,

k refere-se ao número de itens da escala (assertivas ou comparações);

S_i^2 refere-se à variância de cada item;

S_t^2 refere-se à variância total da escala.

Para Cortina (1993), o coeficiente alfa de Cronbach é uma das ferramentas estatísticas mais usadas para o teste de confiabilidade interna de escala e questionários. Funcionando como um indicativo de que os valores de resposta encontrados são condizentes com um instrumento confiável para aquela amostra.

Dessa forma, procedeu-se o cálculo do alfa, cujos resultados estão expressos, segundo o questionário, escala e amostra, na tabela 12 a seguir.

Tabela 12: Alfas de Cronbach por escalas e amostras

Questionário	Escala	Amostra	Alfa de Cronbach
Q1	Likert	Geral	0,7039
Q1	Likert	UTFPR	0,6683
Q1	Likert	IFRN	0,7315
Q1	Dif. Semântico	UTFPR	0,8933
Q1	Dif. Semântico	IFRN	0,7454
Q2	Likert	Geral	0,7537

Q2	Likert	Física	0,4782
Q2	Likert	Química	0,6513
Q2	Likert	Biologia	0,7924
Q2	Dif. Semântico	G. Ambiental	0,9134
Q2	Dif. Semântico	Física	0,9471
Q2	Dif. Semântico	Química	0,9342
Q2	Dif. Semântico	G. Ambiental	0,9575
Q2	Dif. Semântico	Biologia	0,8899

Segundo Almeida, Santos e Costa (2010), valores acima de 0,7 indicam boa confiabilidade de uma escala. Assim, nota-se que para a maior parte das amostras tem-se bons indicativos de confiabilidade das escalas utilizadas, com exceção da escala de Likert do segundo questionário, que apresenta valor abaixo de 0,5, quando aplicada aos estudantes de licenciatura em física da UFRN.

Como afirmam Hora, Monteiro e Arica (2010), na ausência de um método matemático para medir a validade de instrumentos, muitos pesquisadores têm recorrido a medidas de confiabilidade interna como indicativo de validade. Assim, ratifica-se mais uma vez a validade dos instrumentos para os objetivos pretendidos.

A seguir apresentam-se os resultados quantitativos do Questionário 1 (Q1), composto pelas respostas à uma escala de Likert e uma escala de Diferencial Semântico.

QUESTIONÁRIO 1

Para o resultado dos dados quantitativos do primeiro questionário (Anexo 1), por tratar-se de amostras geograficamente distantes, além de cursos distintos, optou-se por fazer a análise em separado.

Assim, nas figuras 2, 3 e 4 encontram-se os dados relativos aos estudantes da UTFPR, e nas figuras 5, 6 e 7 encontram-se os dados dos alunos do IFRN.

Analisando-se os dados obtidos como resposta à primeira escala por parte dos alunos da UTFPR, nota-se que todas as assertivas apresentam valores positivos, indicando uma atitude que poderia ser classificada como ingênua, conforme classificação adotada por Manassero e Vazquez (2002). Neste trabalho, é conveniente ressaltar o teor positivo da crença dos estudantes pesquisados, que fornece um primeiro indício de visão positivista sobre a atuação de C&T.

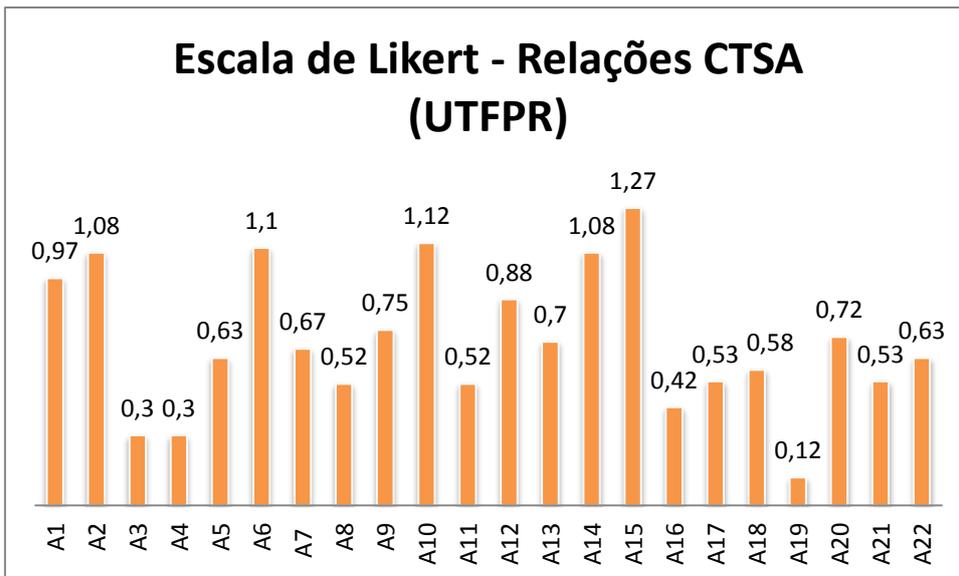


Figura 2: Visões sobre relações CTS (UTFPR)

Esta escala é subdividida em três categorias de interesse: C&T-Sociedade (A1, A3, A4, A6, A8, A13, A14 e A19), C&T-Ambiente (A5, A9, A11, A16, A20 e A22) e Ciência Escolar (A2, A7, A10, A12, A15, A17, A18 e A21), cujos valores médios para cada assertiva podem ser melhor visualizados na figura 3. Dentre as categorias escolhidas, a Ciência Escolar é a que apresenta maiores valores de crença, indicando a presença de uma visão extremamente favorável à Ciência ensinada na escolaridade formal.

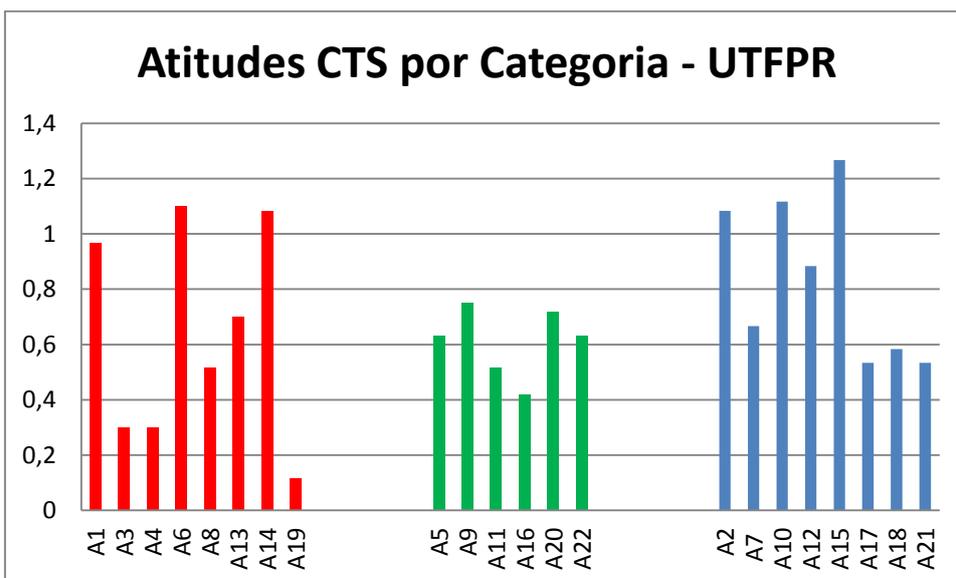


Figura 3: Visões sobre relações CTS (UTFPR)

A mesma tendência em considerar positiva a relação com a sociedade e o ambiente é encontrada nos resultados da escala de diferencial semântico. Nela os estudantes posicionaram-se sobre os profissionais da química (C1 a C9), a pesquisa química (C10 a C13), documentários científicos (C14), sítios de química (C15), empregos ligados à química (C16 a C20), falar com amigos sobre essa ciência (C21) e filmes de ficção científica (C22).

C1 apresentou o único valor de média negativo da escala (-0,035). Contudo, é preciso notar que o desvio médio desta comparação é relativamente alto (0,97), o que indica uma dispersão significativa entre os respondentes. Há aqui uma indicação de que parte dos estudantes possui a crença de que os químicos são sedentários, ideia que é um dos elementos de um estereótipo sobre profissões científicas. Outra parte significativa marcou o ponto neutro na escala (ao qual se atribui zero), indicando que, para essa parte, não existe a crença de que os indivíduos que escolhem essa profissão são necessariamente sedentários.

As comparações C8 (2,17) e C6 (1,75), que também versam sobre os profissionais da química, parecem confirmar a ideia de um profissional questionador e imaginativo. Essa visão geral parece mostrar algo semelhante à visão da mídia sobre carreiras científicas em geral, segundo o qual os indivíduos que se inserem nessas profissões possuem capacidades intelectuais diferenciadas (questionadores, imaginativos) e tem compromisso com a melhoria da qualidade de vida das pessoas (socialmente conscientes e preocupados com suas pesquisas e ambientalmente conscientes).

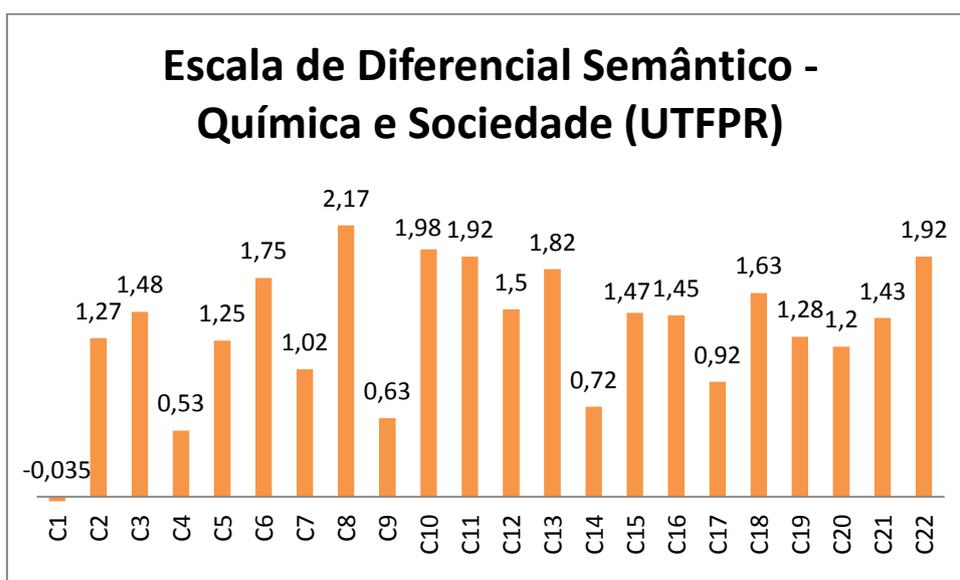


Figura 4: Atitudes em Relação QS - UTFPR

Há outros elementos que indicam uma atitude positiva em relação à química neste grupo. A categoria pesquisa química apresentou valores médios de escores elevados C10(1,98), C11(1,92) C12(1,5) e C13(1,82) de onde se pode inferir que a ciência e tecnologias químicas trabalham em prol da sociedade em geral.

Para os mesmos instrumentos, os estudantes do IFRN apresentam perfil diferente de respostas, onde se percebe crenças otimistas e pessimista, conforme valores positivos e negativos que podem ser observados no gráfico 5, portanto discordantes de uma posição de mera aprovação em relação a C&T. Isso pode ser percebido com as assertivas A3, A5, A11 e A19 (Figura 5) que apresentam valores negativos, e nas assertivas A16, A17 e A20, que apresentam médias baixas com desvios médios altos, como pode ser percebido na tabela 13.

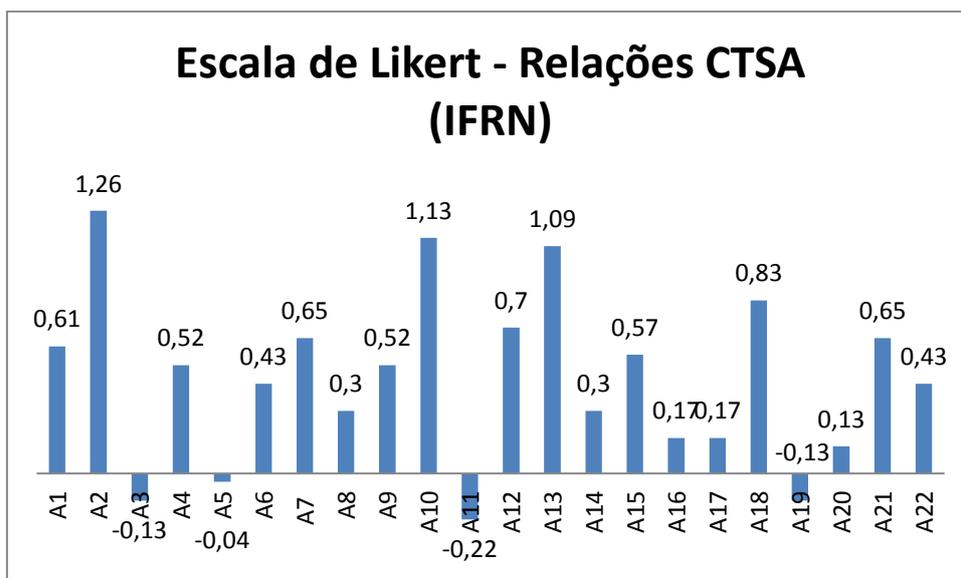


Figura 5: Crenças e Atitudes CTS – IFRN

A mesma tendência encontrada no grupo de estudantes da UTFPR, que apresentou os maiores valores médios (como as assertivas A2- 1,08; A7 – 0,67; A10- 1,12; A12- 0,88; A15- 1,25) para a categoria ciência escolar, é encontrada nos estudantes do IFRN, sendo que neste último grupo é ainda mais visível, como se pode perceber no Figura 6 a seguir.

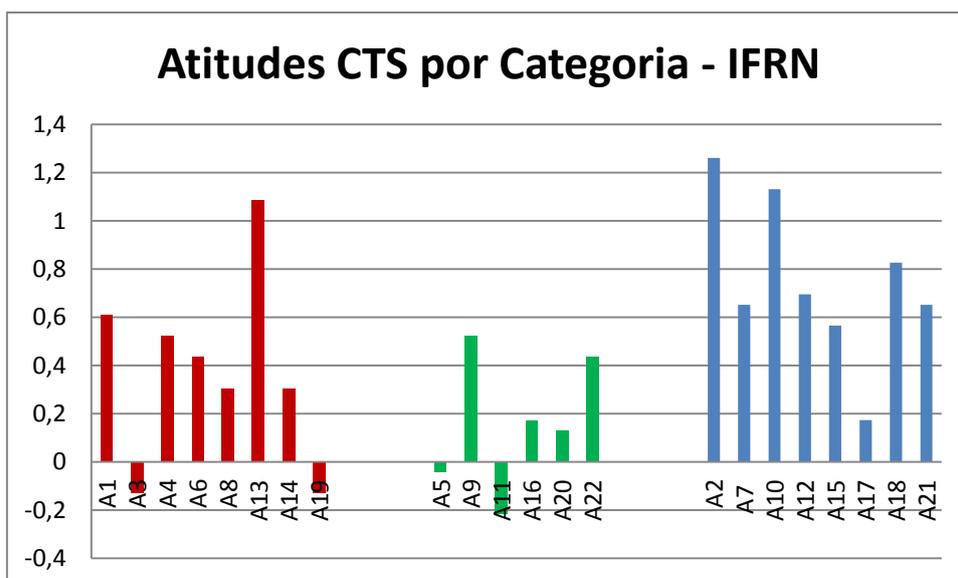


Figura 6: Crenças e Atitudes CTS por categoria – IFRN

A impressão de que os estudantes do IFRN apresentariam crenças e atitudes mais críticas (conforme os resultados da primeira escala) não se confirmam quando se observa os resultados da segunda escala, onde encontra-se o mesmo perfil de percepção positiva sobre C&T.

São exceções as comparações C1, C4 e C14, que versam, respectivamente, sobre os químicos serem sedentários ou atléticos, serem flexíveis ou não sobre suas ideias, e sobre documentários científicos. Como pode ser percebido na tabela 14, não se pode afirmar que esse grupo de estudantes possui uma crença positiva ou negativa sobre os aspectos levantados, tendo em vista que os valores estão associados a valores de desvio médio muito altos (1,34; 1,68 e 1,18, respectivamente)

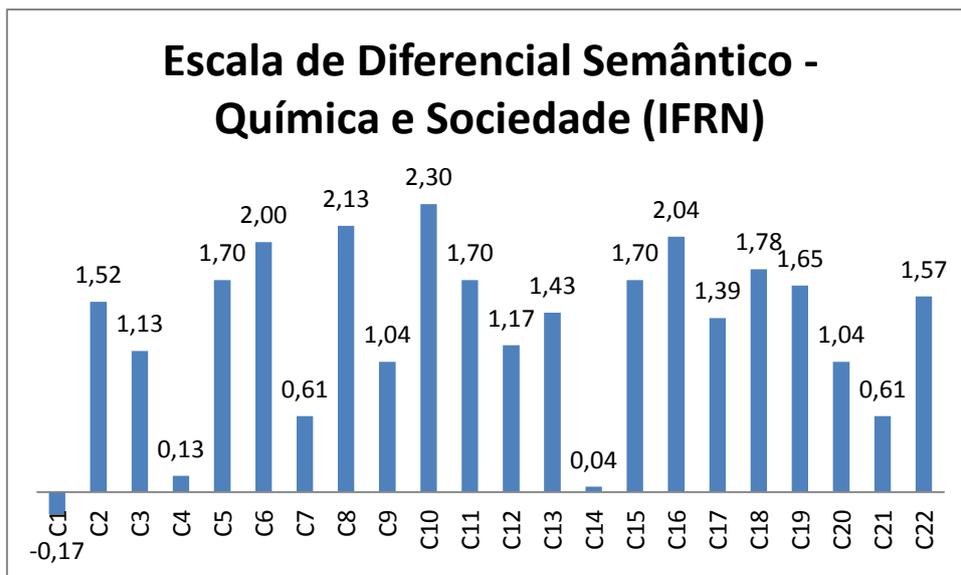


Figura 7: Atitudes em Relação QS - IFRN

Tabela 13: Visões sobre relações CTS

Assertiva (E. Likert)	Média UTFPR	Desvio Médio UTFPR	Média IFRN	Desvio Médio IFRN
A1	0,97	0,58	0,61	0,65
A2	1,08	0,61	1,26	0,45
A3	0,3	0,83	-0,13	0,93
A4	0,3	1,08	0,52	0,98
A5	0,63	0,76	-0,04	0,75
A6	1,1	0,63	0,43	0,86
A7	0,67	0,91	0,65	0,92
A8	0,52	0,80	0,3	0,96
A9	0,75	0,58	0,52	0,80
A10	1,12	0,56	1,13	0,60
A11	0,52	0,88	-0,22	0,87
A12	0,88	0,59	0,7	0,62
A13	0,7	0,76	1,09	0,56
A14	1,08	0,49	0,3	0,99
A15	1,27	0,59	0,57	1,09
A16	0,42	0,74	0,17	0,98
A17	0,53	0,84	0,17	1,02
A18	0,58	0,80	0,83	0,64
A19	0,12	0,84	-0,13	0,93
A20	0,72	0,65	0,13	0,92

A21	0,53	0,78	0,65	0,66
A22	0,63	0,69	0,43	0,76

Tabela 14: Crenças sobre Química e Sociedade

Comparação (E. Diferencial Semântico	Média UTFPR	Desvio Médio UTFPR	Média IFRN	Desvio Médio IFRN
C1	-0,035	0,97	-0,17	1,34
C2	1,27	0,95	1,52	0,80
C3	1,48	0,94	1,13	1,02
C4	0,53	1,03	0,13	1,68
C5	1,25	0,98	1,70	0,92
C6	1,75	0,95	2,00	0,70
C7	1,02	0,99	0,61	1,10
C8	2,17	0,86	2,13	0,83
C9	0,63	1,15	1,04	1,27
C10	1,98	0,89	2,30	0,60
C11	1,92	0,84	1,70	0,72
C12	1,5	1,07	1,17	1,40
C13	1,82	0,97	1,43	1,16
C14	0,72	1,17	0,04	1,18
C15	1,47	1,03	1,70	1,15
C16	1,45	1,09	2,04	1,00
C17	0,92	1,24	1,39	1,12
C18	1,63	0,99	1,78	0,91
C19	1,28	1,11	1,65	0,98
C20	1,2	1,13	1,04	0,93
C21	1,43	0,99	0,61	1,24
C22	1,92	0,91	1,57	1,09

A seguir os resultados quantitativos do Questionário 2 (Q2) são apresentados seguindo-se o mesmo padrão do primeiro.

QUESTIONÁRIO 2

A tabulação dos dados do segundo questionário é apresentada nos figuras 8, 9, 10 e 11 bem como nas tabelas 15 e 16.

Diferente do questionário anterior, este estava especificamente voltado à química e suas relações com a sociedade, o ambiente e como os estudantes compreendiam suas experiências de aprendizagem desse componente curricular em suas carreiras.

O objetivo dessas escalas era compreender se a visão dos estudantes em relação à atuação da química na sociedade e ambiente possui alguma correlação com as experiências de aprendizagem desta disciplina.

Na figura 8 é apresentada a visão geral sobre as crenças da amostra pesquisada sobre a química em suas múltiplas categorias. Como pode ser percebido, predomina uma visão positiva, contudo com vários escores próximos ao ponto neutro, como nas assertivas A1, A2, A3, A5, A13, A14, A16, A20, A22, A23.

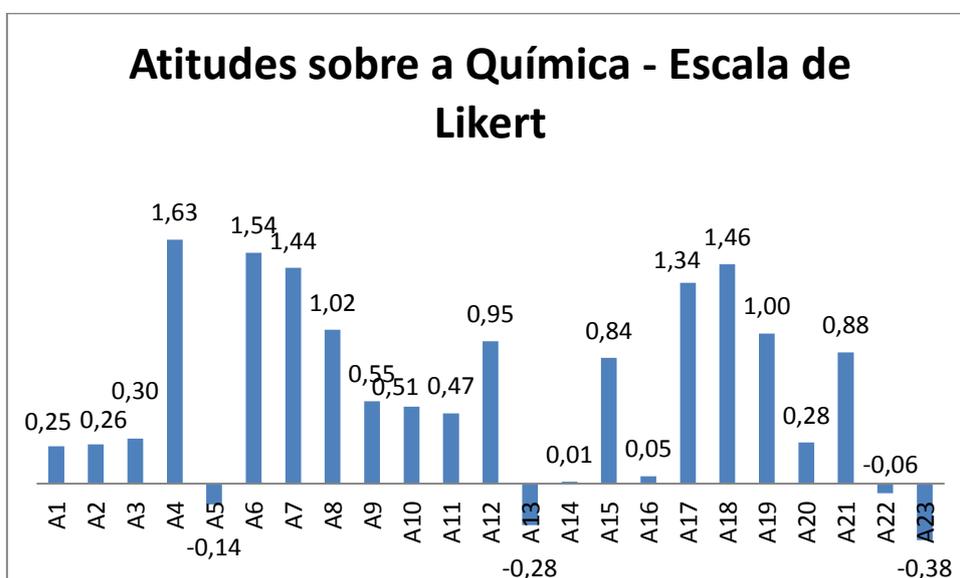


Figura 8: Atitudes em relação à Química.

Essas questões versam principalmente sobre a importância da disciplina química nos cursos e sobre experiências de aprendizagem deste componente curricular. Nota-se que não há uma posição clara sobre este ponto, o que difere do encontrado nas assertivas que tratam da importância da química como: A4, A6, A7, A18. A resposta a essas assertivas leva a valores médios altos, com desvios médios menores do que os observados nas questões anteriores, o que permite inferir uma crença muito positiva sobre a atividade química (tabela 14). Os estudantes concordam que a química é importante para compreender aspectos do cotidiano, para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, para a resolução de problemas ambientais e compreendem a importância para suas carreiras.

Tabela 15: Atitudes sobre a química.

Assertiva	Méd. F	Desv F	Méd. Q	Desv Q	Méd. B	Desv B	Méd. G	Desv G
A1	-0,38	0,76	1,29	0,53	-0,31	0,84	0,36	0,76
A2	0,46	0,75	0,50	0,79	0,09	0,85	0,00	0,91
A3	0,69	0,99	0,42	1,08	0,09	0,81	0,18	0,78
A4	1,77	0,36	1,50	0,58	1,66	0,45	1,64	0,46
A5	0,08	1,16	0,17	0,79	-0,38	0,75	-0,36	0,64
A6	1,38	0,76	1,54	0,53	1,59	0,48	-1,55	0,58
A7	1,31	0,53	1,46	0,59	1,41	0,59	1,64	0,46
A8	0,62	0,84	1,08	0,69	1,03	0,61	1,36	0,46
A9	0,31	0,90	0,50	0,88	0,63	1,01	-0,73	0,53
A10	0,31	1,05	0,63	0,79	0,44	0,81	-0,73	0,76
A11	0,38	0,76	0,57	0,79	0,38	0,75	0,64	0,58
A12	1,08	0,57	0,88	0,61	1,13	0,49	-0,45	0,98
A13	0,08	0,85	-0,58	0,85	-0,03	0,97	0,73	0,89
A14	0,15	0,78	0,17	0,94	-0,28	0,72	0,36	0,76
A15	0,77	0,90	1,21	0,66	0,53	0,87	-1,00	0,36
A16	0,08	1,02	0,04	1,22	-0,03	0,98	0,27	0,98
A17	1,15	0,52	1,79	0,35	1,19	0,51	-1,00	0,36
A18	1,31	0,53	1,63	0,53	1,41	0,63	1,45	0,69
A19	1,08	0,43	0,96	1,06	1,09	0,51	-0,73	0,63
A20	0,08	1,01	0,46	0,80	0,22	0,73	0,27	0,66
A21	0,85	0,52	1,25	0,56	0,56	0,68	1,00	0,73
A22	-0,08	1,02	0,17	0,74	-0,25	0,88	0,00	0,91
A23	-0,69	1,15	0,42	1,00	-0,97	0,74	0,00	0,55

Legenda: F – Licenciatura em Física; Q – Licenciatura em Química; B – Licenciatura em Biologia; G – Tecnologia em Gestão Ambiental.

Essa primeira análise levou à necessidade de entender as crenças dentro de cada curso, o que pode ser visto esquematicamente na tabela 14 e na figura 9. A hipótese inicial era de que os estudantes de química apresentariam crenças e atitudes mais positivas quando comparados com os de outros cursos. Contudo, como se pode notar, a diferença geral entre os licenciandos de química, física, biologia e tecnólogos de gestão ambiental é muito pequena, com algumas poucas exceções. A principal delas é a assertiva 1, na qual os licenciandos em química concordam com a afirmação de que a

disciplina de química agrada mais que outros componentes curriculares, o que já era esperando, tendo em vista a opção profissional.

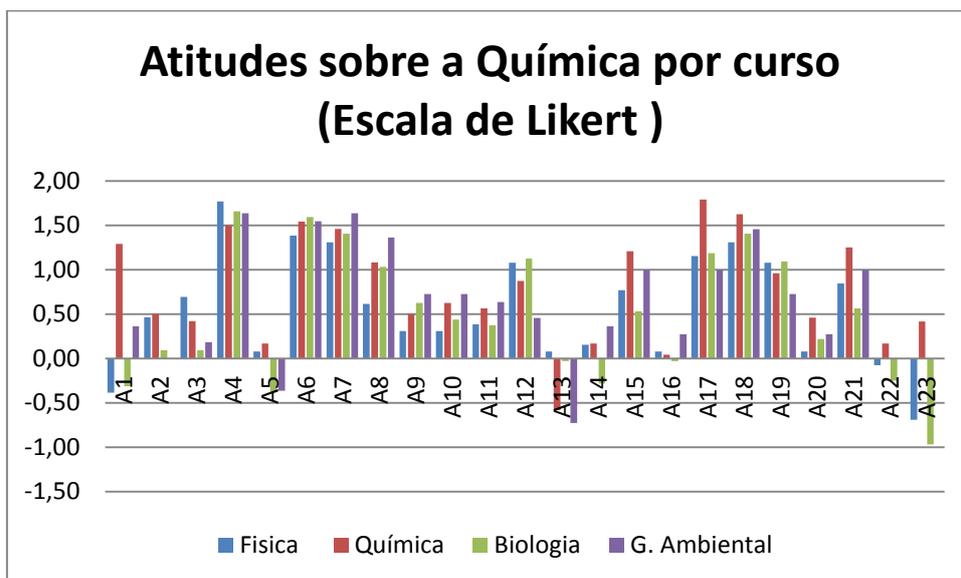


Figura 9: Atitudes sobre a química por curso

As respostas da escala de likert já dão indícios sobre os resultados que seriam obtidos na escala de diferencial semântico, uma vez que as assertivas sobre experiências de aprendizagem em química foram as que demonstraram menores escores.

Na Figura 10 veem-se os resultados da média geral de todos os cursos, podendo-se perceber uma atitude geral positiva, ainda que moderados para algumas questões.¹²

¹² Os máximos dos valores para a escala de diferencial semântico são respectivamente 3 e -3 para crenças mais positivas ou mais negativas.

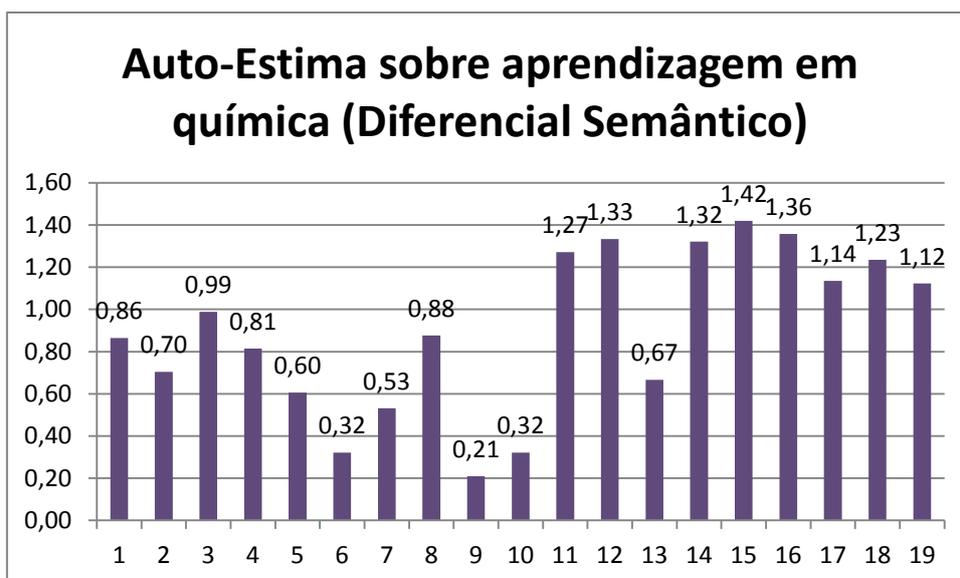


Figura 10: Auto-estima sobre aprendizagem em química

Contudo, ao ver os dados separados por curso (tabela 15 e figura 11), nota-se que os valores de escores apresentados pelos estudantes de licenciatura em química são maiores para grande parte das comparações, de forma que tendem a distorcer os resultados se não são discutidos separadamente.

Tabela 16: Autoestima sobre aprendizagem em química

Comparação	Méd. F	Desv F	Méd. Q	Desv Q	Méd. B	Desv B	Méd. G	Desv G
C1	1,23	0,90	1,08	0,97	0,50	0,97	1,00	1,09
C2	-0,15	1,27	1,33	1,22	0,63	0,97	0,45	1,60
C3	0,00	1,23	1,63	1,06	0,97	0,85	0,64	1,06
C4	0,23	1,72	1,67	0,95	0,59	1,16	0,00	2,00
C5	0,54	1,20	1,00	0,86	0,34	0,97	0,18	1,62
C6	-0,31	1,30	0,79	0,83	-0,03	0,92	0,55	0,96
C7	-0,38	1,40	0,92	1,14	0,56	1,09	0,09	1,02
C8	0,23	1,33	1,21	1,15	0,66	0,95	0,91	1,04
C9	-0,23	1,48	0,88	1,06	-0,28	1,32	-0,09	1,21
C10	-0,38	1,64	1,17	1,02	-0,13	1,17	-0,27	1,57
C11	0,77	1,09	2,00	0,89	0,84	1,00	0,64	1,85
C12	1,15	1,09	1,75	0,94	0,72	1,10	1,45	1,14
C13	0,46	1,36	1,79	1,06	-0,25	1,08	0,00	1,27
C14	0,46	1,59	2,25	0,78	0,97	1,10	0,18	1,29
C15	0,54	1,18	1,92	1,16	1,09	1,04	1,09	0,84

C16	1,00	1,08	1,54	1,06	0,97	1,04	1,18	0,93
C17	0,54	1,25	1,67	0,99	0,50	1,06	1,09	0,66
C18	0,23	1,75	1,71	0,89	0,78	0,97	1,18	0,81
C19	0,38	1,43	1,54	1,04	0,47	1,09	1,36	0,94

Legenda: F – Licenciatura em Física; Q – Licenciatura em Química; B – Licenciatura em Biologia; G – Tecnologia em Gestão Ambiental.

Disso, conclui-se que apesar de acreditar na importância dos conhecimentos químicos, os estudantes de outras carreiras não se sentem confiantes em relação a sua aprendizagem em química. Há que se ressaltar que os estudantes que tem suas crenças aqui estudadas podem ser subdivididos em dois grupos: a) licenciandos na área de ciências da natureza; b) futuros tecnólogos em gestão ambiental¹³.

Enquanto nos primeiros essa baixa autoestima pode ter reflexos em sua atuação, dificultando a realização de atividades interdisciplinares, para o segundo grupo torna-se um fator complicador para o desenvolvimento de algumas competências profissionais.

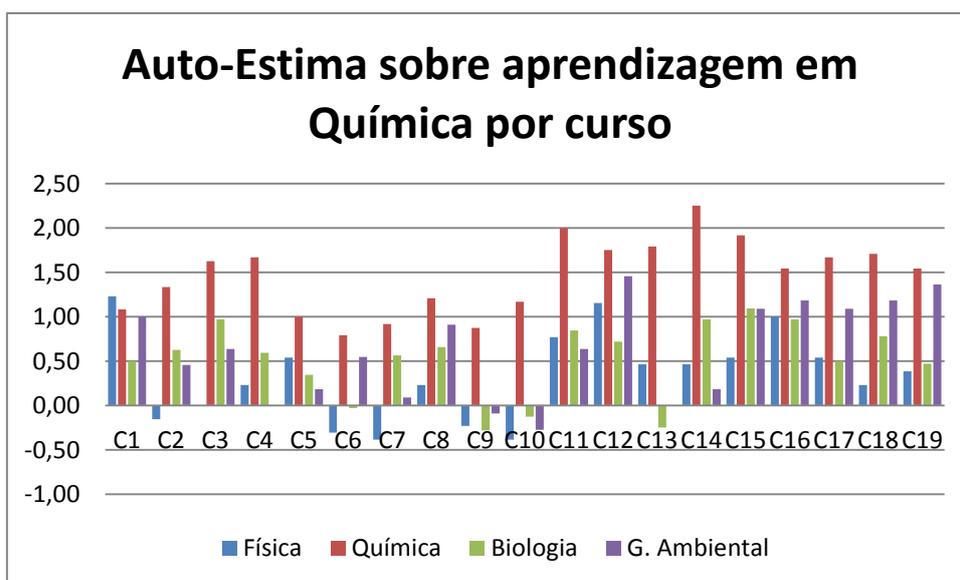


Figura 11: Auto-estima sobre aprendizagem em química por curso

Esses resultados são indícios de lacunas/dificuldades nos cursos superiores que ofertam a disciplina de química geral, pelo menos no Rio Grande do Norte. Apesar da amostra restringir-se a apenas alguns cursos de duas Universidade e de um Instituto,

¹³ Tecnólogos em Gestão Ambiental tem direito de ter carteira profissional junto aos Conselhos Regionais de Química, e atuar em análise em sua especialidade.

defende-se esse indicativo como importante, o que é apontado pela análise dos dados qualitativos que é apresentada no capítulo 6.

Além das médias por item (assertiva ou comparação), nos anexos (3, 4, 5, 6, 7 e 8) desse capítulo podem ser observadas as médias individuais dos estudantes pesquisados para cada uma das quatro escalas de atitudes respondidas.

CORRELAÇÕES

Adicionalmente foram calculados os coeficientes de correlação entre as escalas de Likert e Diferencial Semântico em cada um dos questionários, assim como apresentado nas tabelas 17 e 18.

Tabela 17: Correlações no primeiro questionário

Amostra	DF X CE	DF X CTS	DF X CTA	DF X Likert
UTFPR	0.1779	0.3461	0.3771	0.4054
IFRN	0.1056	-0.0055	0.1583	0.1151

Legenda: DF – Escala de Diferencial Semântico; CE – Categoria Ciência Escolar; CTS – Categoria aspectos gerais de Ciência, Tecnologia e Sociedade; CTA – Categoria Ciência, Tecnologia e Ambiente.

Tabela 18: Correlações no segundo questionário

Questionário	Curso	Correlação Likert x DF
Q2	Química	-0,108
Q2	Biologia	0,501
Q2	Física	0.6416
Q2	Gestão Ambiental	0,822

Legenda: DF – Escala de Diferencial Semântico

O objetivo do cálculo dos coeficientes de correlação entre as duas escalas era averiguar se havia uma relação direta entre as atitudes CTS e as atitudes QSA para o primeiro questionário. Para o segundo questionário, o objetivo foi o de averiguar a relação entre as atitudes em relação à química e a autoestima na aprendizagem desta disciplina.

Como se pode perceber, a primeira hipótese fica totalmente descartada, uma vez que os valores de correlação encontrados são muito baixos, de onde se pode inferir que as crenças sobre as relações CTS não tem relação com as atitudes QSA na amostra pesquisada.

Diferentemente, a hipótese do segundo questionário parece se confirmar para os cursos de biologia, física e gestão ambiental. Nota-se que os dois primeiros apresentam uma correlação moderada, indicando haver proximidade entre os comportamentos dos dois instrumentos enquanto o último grupo apresenta forte correlação, indicando que os indivíduos que possuem melhor autoestima de aprendizagem em química, possuem também as melhores atitudes relativas a essa ciência. A exceção nesse grupo, foi a licenciatura em química que apresentou uma leve correlação negativa. Pode-se atribuir essa falta de correlação aos valores altos de autoestima e atitudes neste grupo, levando a inferir que a autoestima pode ser um componente importante para o desenvolvimento de atitudes positivas em relação à química até certo ponto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atitudes e crenças sobre C&T são categorias sociais cuja importância, ao longo dos anos, tem despertado o olhar de muitos pesquisadores na área de ensino de ciência/ ensino de química, principalmente porque se supõe que elas influenciam as ações do indivíduo no âmbito educacional e profissional.

Dessa forma, neste estudo buscou-se identificar as atitudes e crenças sobre as relações CTS e as relações QS, com ênfase para a química escolar, de estudantes de diferentes cursos superiores ligados à química, nos quais a estrutura curricular contempla a disciplina de química geral.

Como se pode perceber, os estudantes que responderam o primeiro questionário apresentam uma visão positiva sobre ciência e tecnologia, o que fica claro nos resultados da escala de likert. Para as duas amostras (alunos da UTFPR e IFRN), percebe-se uma tendência a considerar a ciência como uma atividade neutra, ainda que sempre direcione a sociedade rumo à resolução de seus problemas e melhores condições de vida.

Por fim, parece claro que os estudantes pesquisados creditam as melhorias na qualidade de vida ao desenvolvimento de C&T. Na realidade, esse panorama, já era

esperado, com o modelo de decisões tecnocráticas sendo aceito pela maioria dos estudantes pesquisados.

As respostas à escala de diferencial semântico reforçam essa ideia particularizando a química individualmente. Nota-se a predominância de estereótipos sobre a carreira de químico, e uma visão idealizada de como esta ciência contribui com a sociedade, com uma atitude geral bastante positiva.

Já os respondentes do segundo questionário, analisados separadamente por curso, mostraram uma atitude geral positiva em relação a química, que pode ser percebida da escala de Likert.

A escala de diferencial semântico deixa claro que a autoestima em relação à aprendizagem em química é bem superior no grupo de licenciandos em química, como era esperado. E adicionalmente, a correlação entre as médias das duas escalas mostra que para os graduandos em biologia, física e gestão ambiental há uma relação entre autoestima de aprendizagem e as atitudes sobre a química, o mesmo não sendo observado entre os licenciandos em química.

Ante esses resultados, dois entendimentos emergem:

- Ainda que seja preciso compreender melhor a natureza da relação entre a autoestima dos estudantes e suas atitudes em relação à química, qualquer atuação com vistas aos cursos superiores estudados, exceto a própria licenciatura em química, deve atuar também sobre a autoestima dos estudantes;

- Se faz necessário incluir no currículo desses cursos atividades/ intervenções que visem o desenvolvimento de atitudes críticas em relação à ciência, particularmente em relação à química na sua interação com a sociedade e o ambiente, levando-se em consideração que as atitudes encontradas foram idealizadas e positivistas;

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DIAZ, J. A. **La formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria para la Educación CTS. Una cuestión problemática**, 2001. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm> acessado em 10/11/2008.

ACEVEDO DIAZ, J. A., VÁZQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M.A., ACEVEDO-ROMERO, P., Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad., **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**, nº 2, abril, 2002.

ALMEIDA, D. A., SANTOS, M.A.R., COSTA, A.F.B., Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. **Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos, 2010.

COLL, R. K., DALGETY, J., SALTER, D. The development of the chemistry attitudes and experiences questionnaire (CAEQ). **Chemistry education: Research and practice in Europe**. 3(1),19-32, 2002.

COLLINS, H., PINCH, T. **O Golem: O que você deveria saber sobre ciência**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2009.

CORTINA, J. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. **Journal of Applied Psychology**. v. 78, p. 98-104. 1993.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of test. **Psychometrika**. 1951.

DITTRICH, A., STRAPASSON, B. A., SILVEIRA, J. M. DA, ABREU, P. R., Sobre a Observação enquanto Procedimento Metodológico na Análise do Comportamento: Positivismo Lógico, Operacionismo e Behaviorismo Radical. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v. 25 n. 2, p. 179-187, 2009.

GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 5ª ed, 2006.

GRECCA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências: algumas questões para refletir, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.

HORA, H.R.M., MONTEIRO, G.T.R., ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o coeficiente alfa de Cronbach, **Produto & Produção**, v. 11, n. 20, p. 85-103, jun. 2010.

MANASSERO, M. VAZQUEZ ALONSO, A. Actitudes y creencias de los Estudiantes relacionada com CTS. In: MEMBIELA, P. (org.). **Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía**. Madrid: Nancea, 2001.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. A. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 1, n. 20, p.15-27, 2002.

MARMITT, V. R., MORAES, J. F. D. de, BASSO, N. R. de S. As atitudes e crenças em relação a matemática: reflexos no processo de ensino aprendizagem, in: BORGES, R. M. R., BASSO, N. R. de S., FILHO, J. B. DA R. **Propostas interativas na educação científica e tecnológica**, Porto Alegre: Edipucrs, 2008.

MOLINA, M. F; CARRIAZO, J. G.; FARIAS, D. M. Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 9, Sept. 2011.

MOORE, J. Some historical and conceptual relations among logical positivism, operationism, and behaviorism. **The Behavior Analyst**, v. 8, p. 53-63, 1985 .

NUNES, A. O., NUNES, A. O., HUSSEIN, F. G. S., DANTAS, J. M., OLIVEIRA, O. A., Análise das atitudes CTS de estudantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 2595-2600, 2013.

NUNES, A. O., DANTAS, J. M. As relações ciência tecnologia sociedade-ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. **Educación Química**, v. 23, p. 85-90, 2012.

NUNES, A. O., **Abordando as Relações CTSA no Ensino da Química a partir das crenças e atitudes de licenciandos: uma experiência formativa no Sertão Nordeste**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PRAIA, J., CACHAPUZ, A. Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. **Enseñanza de las Ciências**, v. 12, n. 3, pp. 350-354, 1994.

RICHARDSON, R. J. (et al). **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 3^a ed, 2011.

SELLTIZ, C., WRIGHTSMAN, L., COOK, S, KIDDER, L. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: E.P.U., 1987, vol. 2.

VIEIRA, R. M., MARTINS, I. P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade, **Revista CTS**, v. 2, n. 6, 2005.

ANEXOS

ANEXO 1: QUESTIONÁRIO 1



Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Programa de Pós-Graduação em Química
Instituto de Química

Caro estudante,

Convidamos-lhe a participar, como voluntário (a), da pesquisa “**Um Estudo sobre a disciplina Química Geral para as licenciaturas em Ciências Naturais: Objetivos e Perspectivas a partir do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)**”. Esta investigação comporá tese de doutorado do discente Albino Oliveira Nunes, aluno de doutorado do programa de pós-graduação em química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob a orientação do professor Dr. Ótom Anselmo de Oliveira (UFRN) e co-orientação da professora Dra. Josivânia Marisa Dantas e da professora Dra. Fabiana R. Gonçalves e Silva (UTFPR). Ao concordar em participar da pesquisa solicitamos que responda aos questionários (anexos). Ressaltamos que os dados obtidos serão utilizados somente para fins acadêmicos, garantidos o sigilo e a privacidade de suas respostas.

Grato pela sua participação,
Albino Oliveira Nunes (Doutorando)

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Eu _____, abaixo qualificado, declaro-me esclarecido sobre a participação como voluntário na pesquisa **Um Estudo sobre a disciplina Química Geral para as licenciaturas em Ciências Naturais: Objetivos e Perspectivas a partir do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)**. Sendo assim, autorizo os pesquisadores a utilização das minhas respostas unicamente para fins acadêmicos.

Nome: _____

RG: _____ CPF: _____

Tel: _____

Natal – RN ____/____/____

Assinatura

Caracterização

Sexo: () M () F

Idade: _____

Instituição: _____ / Campus: _____ Curso: _____
Período: _____
Já leciona: () Sim () Não

Questionário: Ciência-Tecnologia-Sociedade

- 1- Na sua concepção, como são escolhidos os temas para se fazer uma pesquisa científica?
- 2- Na sua opinião, para que um cientista faz Ciência?
- 3- Qual a relação que existe entre ciência e tecnologia?
- 4- Qual o papel da ciência que é ensinada na escola?
- 5- A ciência ensinada na escola cumpre seu papel?
- 6- O que você pensa sobre o uso de alimentos transgênicos? Quem deveria tomar a decisão sobre o consumo de tais alimentos: especialistas (cientistas e engenheiros), sociedade civil (cidadãos, ong's, e demais organizações sociais não governamentais), e/ou autoridades políticas do Estado?

Escala de Likert: Ciência-Tecnologia-Sociedade

	AFIRMAÇÕES	CT	C	I	D	DT
1	Temos um mundo melhor para viver graças à ciência.					
2	Somente algumas pessoas são capazes de aprender ciências					
3	A ciência e a tecnologia privilegiam os ricos.					
4	O desenvolvimento da ciência ajuda as pessoas em qualquer localidade.					
5	Sem a ciência e a tecnologia o nosso planeta seria mais limpo					
6	A ciência e a tecnologia são um risco a saúde.					
7	A ciência (ensinada nas escolas) tira a curiosidade dos alunos.					
8	A ciência dá resposta às nossas necessidades					
9	A ciência e a tecnologia oferecem soluções para a poluição.					
10	Todos podem aprender ciências					
11	O buraco na camada de ozônio é causado pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia.					
12	A ciência, que é ensinada na escola, é complicada					
13	O cidadão não interfere nos avanços científicos e tecnológicos					
14	Nossa expectativa de vida é maior por causa da ciência e da tecnologia.					
15	Estudar ciências ajuda a pensar melhor					
16	O desenvolvimento da ciência e a tecnologia são origem dos impactos ambientais					
17	Para se destacar em ciências a pessoa precisa ser muito inteligente					
18	A ciência ensinada na escola ajuda os estudantes em seu cotidiano.					
19	Quanto mais conhecimento científico existe, mais preocupação há para nosso mundo.					
20	A ciência ajuda a preservar e recuperar a natureza.					
21	Quem estuda ciências consegue resolver mais problemas					
22	Os cientistas se preocupam com o meio ambiente					

Legenda

CT= Concordo Totalmente

D= Discordo

C= Concordo

DT = Discordo Totalmente

I = Indeciso

Escala de Diferencial Semântico: Química e Sociedade

Responda ao questionário segundo o modelo abaixo, marcando a posição que melhor reflete sua opinião. O traço do meio deve ser marcado quando você estiver indeciso sobre o assunto, ao passo que os demais representam seu grau de concordância com a expressão mais próxima. Assim, no exemplo abaixo a pessoa concorda que química trata muito mais de substâncias naturais que de material sintético. Caso esta pessoa pensasse que a química só trabalha com substâncias naturais, marcaria o primeiro traço, ou se achasse que há uma leve predominância das substâncias naturais sobre as sintéticas marcaria o terceiro traço.

Substâncias Naturais $\overset{\text{Química}}{\text{--- } \checkmark \text{ ---}}$ Material Sintético

Por favor, indique o que VOCÊ pensa sobre o seguinte:	
<i>Os Químicos</i>	
1	atléticos _____ sedentários
2	socialmente conscientes _____ socialmente inconscientes
3	ambientalmente conscientes _____ ambientalmente inconscientes
4	flexíveis nas suas ideias _____ fixos em suas ideias
5	preocupam-se com as consequências de suas pesquisas _____ não pensam sobre as consequências de suas pesquisas
6	imaginativos _____ sem imaginação
7	amigáveis _____ hostis
8	questionadores _____ indiferentes
9	pacientes _____ impacientes
<i>Pesquisa em Química</i>	
10	ajuda as pessoas _____ prejudica as pessoas
11	melhora a qualidade de vida _____ diminui a qualidade de vida
12	resolve problemas _____ cria problemas
13	promove o desenvolvimento da sociedade _____ promove a decadência da sociedade
Documentários científicos	
14	divertidos _____ maçantes
Web sites de química	
15	interessantes _____ chatos
<i>Empregos de química</i>	
16	desafiadores _____ fáceis
17	variados _____ repetitivos
18	interessantes _____ chatos
19	satisfatórios _____ insatisfatórios
20	excitantes _____ tediosos
Falar com meus amigos sobre química	
21	fascinante _____ maçante
Filmes de ficção científica	
22	empolgantes _____ tediosos



Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Programa de Pós-Graduação em Química
Instituto de Química

Caro estudante,

Convidamos-lhe a participar, como voluntário (a), da pesquisa “**Um Estudo sobre a disciplina Química Geral para as licenciaturas em Ciências Naturais: Objetivos e Perspectivas a partir do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)**”. Esta investigação comporá tese de doutorado do discente Albino Oliveira Nunes, aluno de doutorado do programa de pós-graduação em química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob a orientação do professor Dr. Ótom Anselmo de Oliveira (UFRN) e co-orientação da professora Dra. Josivânia Marisa Dantas e da professora Dra. Fabiana R. Gonçalves e Silva (UTFPR). Ao concordar em participar da pesquisa solicitamos que responda aos questionários (anexos). Ressaltamos que os dados obtidos serão utilizados somente para fins acadêmicos, garantidos o sigilo e a privacidade de suas respostas.

Grato pela sua participação,
Albino Oliveira Nunes (Doutorando)

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Eu _____, abaixo qualificado, declaro-me esclarecido sobre a participação como voluntário na pesquisa **Um Estudo sobre a disciplina Química Geral para as licenciaturas em Ciências Naturais: Objetivos e Perspectivas a partir do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)**. Sendo assim, autorizo os pesquisadores a utilização das minhas respostas unicamente para fins acadêmicos.

Nome: _____

RG: _____ CPF: _____

Tel: _____

Natal – RN ____/____/____

Assinatura

Caracterização

Escala de Likert: Química e Sociedade

n	Afirmção	CT	C	I	D	DT
1	A química me parece mais agradável que outros componentes curriculares					
2	Os símbolos utilizados nas aulas de química me parecem difíceis					
3	Gostaria de ter mais de aulas de química do que possuo atualmente					
4	Sabendo química é possível compreender muitos aspectos de nosso cotidiano					
5	Resolvo com facilidade os problemas de química					
6	O conhecimento de química só me serve para ser aprovado no componente curricular química					
7	O desenvolvimento da química melhorou nossa qualidade de vida					
8	A esperança de resolver muitos problemas ambientais está na ciência e tecnologia químicas					
9	A segurança do meu futuro independe dos meus conhecimentos em química					
10	As aulas de química são entediadas					
11	O progresso do país está relacionado com a industrialização química					
12	A química é uma ciência muito complexa para o meu nível de conhecimento					
13	Devo esforçar-me muito para aprender química					
14	A linguagem química e seus símbolos são de fácil compreensão					
15	A profissão de químico é pouco interessante					
16	Todos os cursos da universidade deveriam ter pelo menos uma disciplina de química					
17	Detesto cursos de química					
18	Os conhecimentos de química são necessários para a minha carreira					
19	Gostaria que o currículo do meu curso tivesse menos aulas de química					
20	Compreendo os conceitos de química com facilidade					
21	O curso de química é muito interessante					
22	Não consigo resolver problemas de química com facilidade					
23	Consideraria mudar de profissão e ter uma profissão relacionada à química					

Legenda

CT= Concordo Totalmente

D= Discordo

C= Concordo
I = Indeciso

DT = Discordo Totalmente

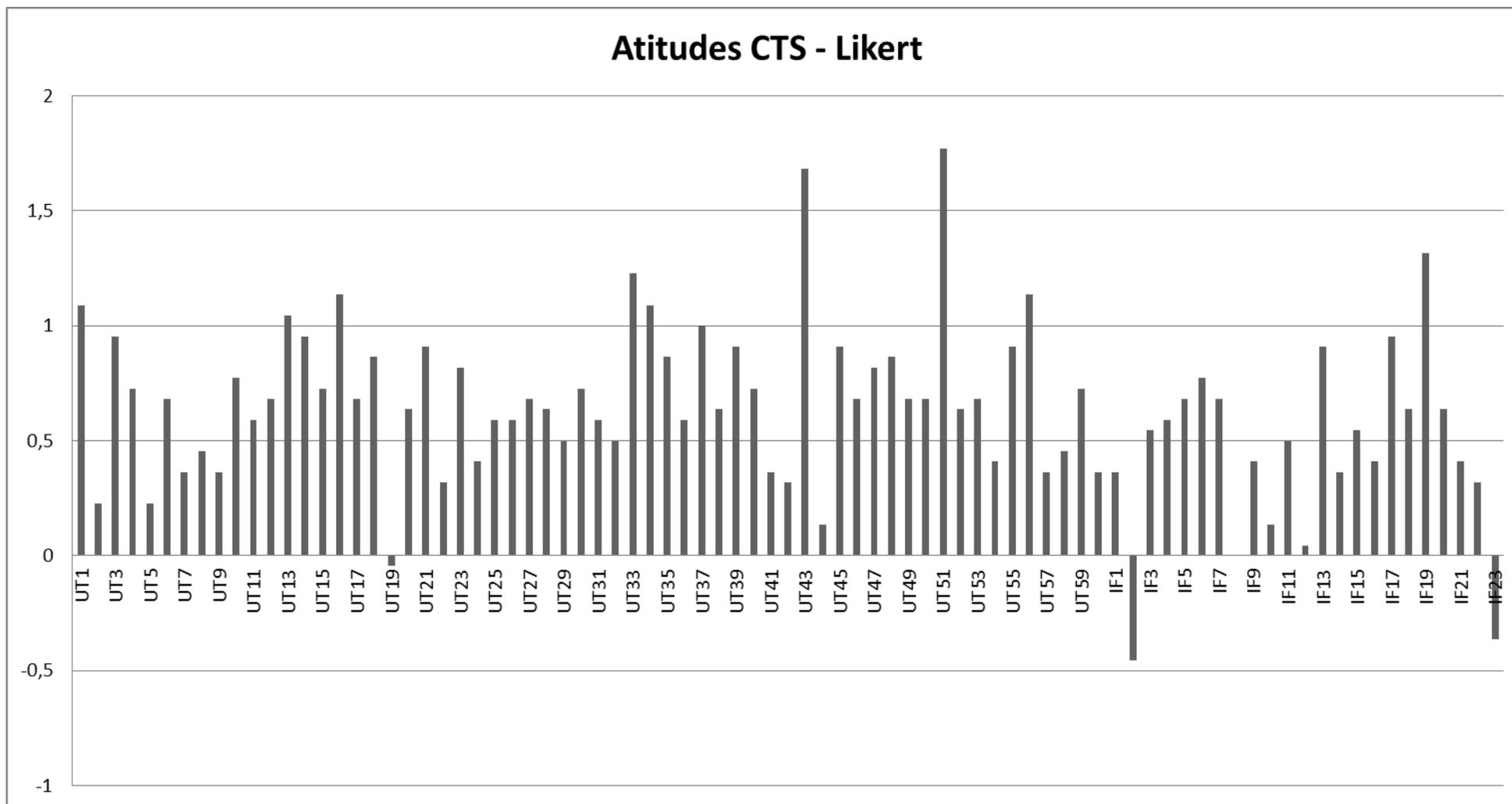
Escala de diferencial semântico: Auto estima em química

Responda ao questionário segundo o modelo abaixo, marcando a posição que melhor reflete sua opinião. O traço do meio deve ser marcado quando você estiver indeciso sobre o assunto, ao passo que os demais representam seu grau de concordância com a expressão mais próxima. Assim, no exemplo abaixo a pessoa se sente muito confiante em falar sobre química. Caso esta pessoa se sentisse totalmente confiante ela marcaria o primeiro traço, ou se estivesse apenas confiante marcaria o terceiro traço.

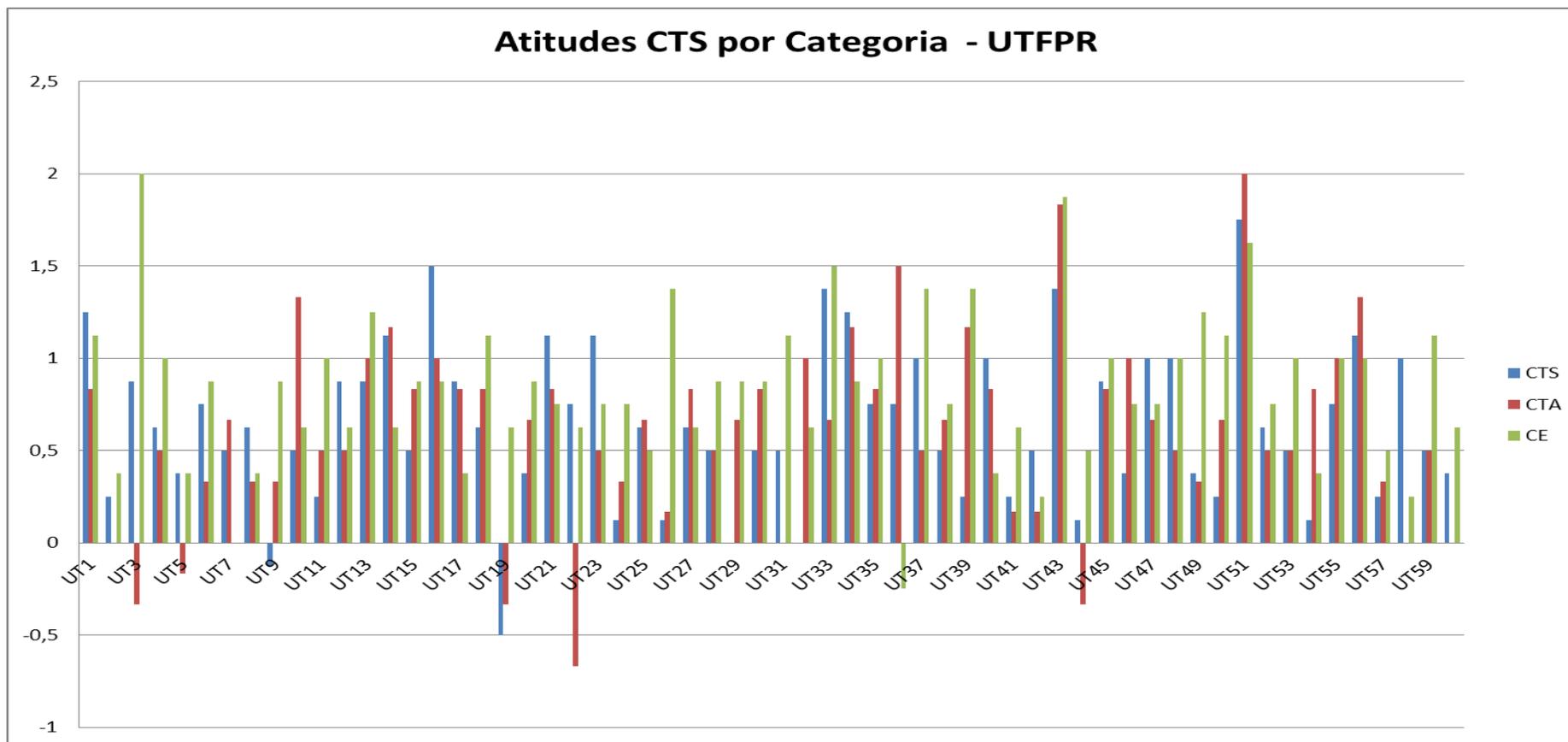
a. Por favor, indique quão **CONFIANTE VOCÊ** se sente falando com um cientista sobre química.
Totalmente confiante √ _____ Não confiante

<i>Por favor, indique o quão CONFIANTE VOCÊ se sente sobre:</i>		
1	Adquirir nota de aprovação em um curso de química	Totalmente confiante _____ Não confiante
2	Ler procedimentos de um experimento e conduzi-lo sem supervisão	Totalmente confiante _____ Não confiante
3	Elaborar e realizar um experimento de química	Totalmente confiante _____ Não confiante
4	Ensinar química a outro aluno de um ano anterior	Totalmente confiante _____ Não confiante
5	Determinar o que é preciso responder a partir de uma descrição de um problema de química	Totalmente confiante _____ Não confiante
6	Garantir que os dados obtidos a partir de um experimento são precisos	Totalmente confiante _____ Não confiante
7	Propor uma questão significativa que poderia ser respondida experimentalmente	Totalmente confiante _____ Não confiante
8	Explicar algo que você aprendeu no ano passado em química para outra pessoa	Totalmente confiante _____ Não confiante
9	Escolher uma fórmula adequada para resolver um problema de química	Totalmente confiante _____ Não confiante
10	Saber como converter em resultado os dados obtidos em um experimento de química	Totalmente confiante _____ Não confiante
11	Depois de ler um artigo sobre um experimento de química, escrever um resumo dos principais pontos.	Totalmente confiante _____ Não confiante
12	Aprender a teoria da química	Totalmente confiante _____ Não confiante
13	Identificar as unidades apropriadas para um determinado resultado usando uma fórmula	Totalmente confiante _____ Não confiante
14	Escrever os procedimentos experimentais em um relatório do laboratório	Totalmente confiante _____ Não confiante
15	Após assistir a um documentário da televisão, que tratam de alguns aspectos da química, escrever um resumo de seus pontos principais.	Totalmente confiante _____ Não confiante
16	Conseguir uma nota de aprovação em uma segunda disciplina de química	Totalmente confiante _____ Não confiante
17	Aplicar a teoria aprendida, na aula teórica, em um experimento de laboratório.	Totalmente confiante _____ Não confiante
18	Escrever a seção de resultados em um relatório do laboratório	Totalmente confiante _____ Não confiante
19	Depois de ouvir uma palestra sobre algum tópico da química, explicar suas principais idéias para outra pessoa	Totalmente confiante _____ Não confiante

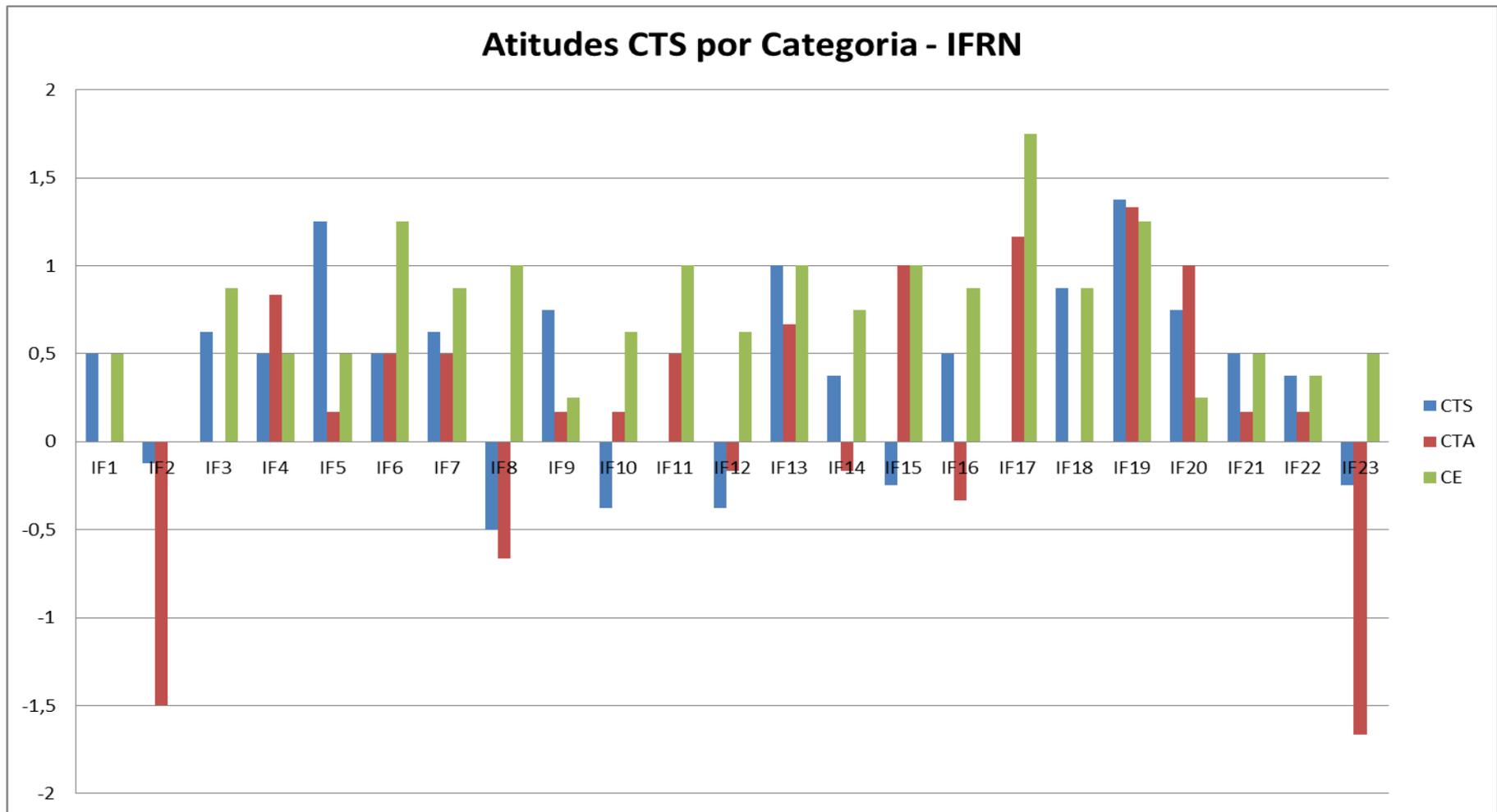
ANEXO 3: Atitudes e Crenças CTS por Estudante



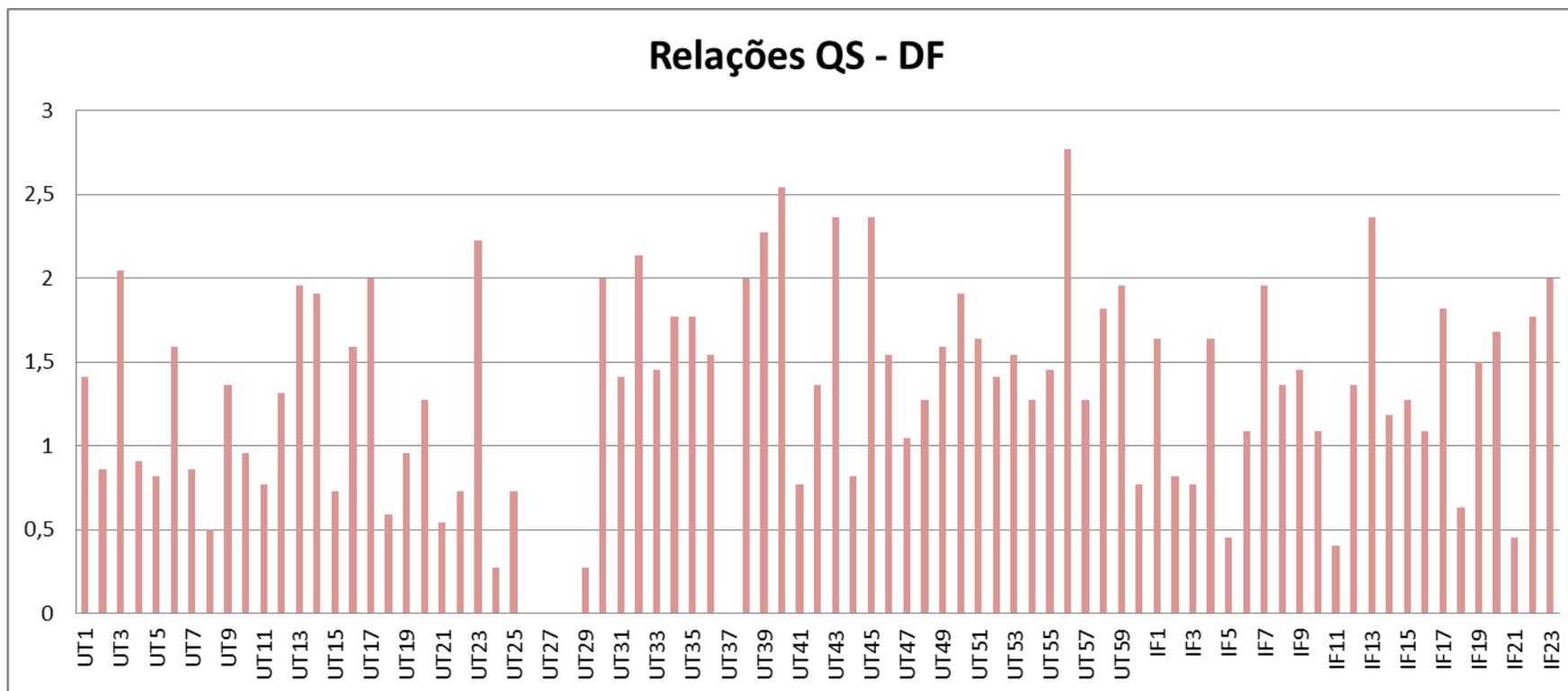
ANEXO 4: Atitudes CTS por categoria UTFPR



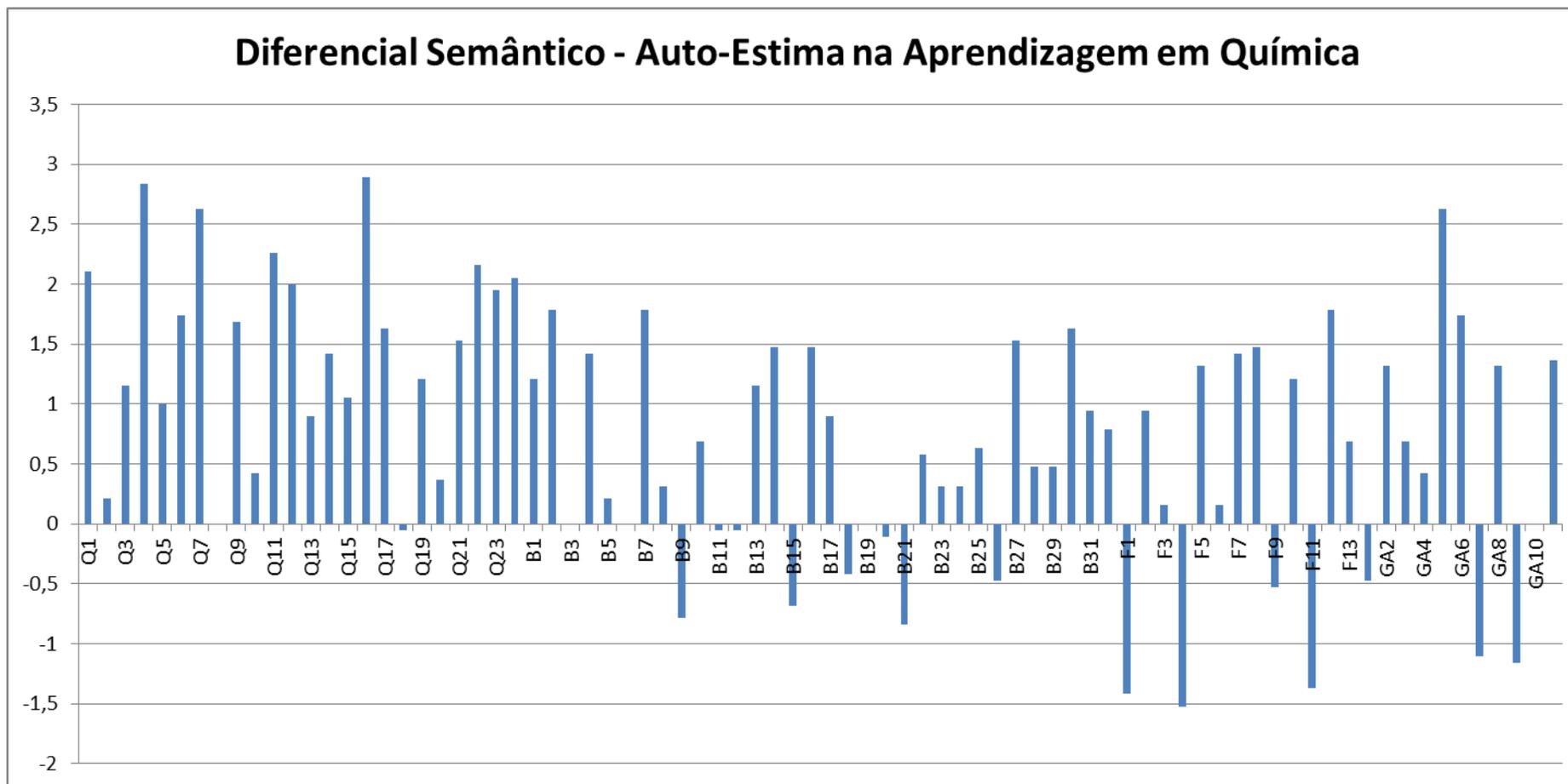
ANEXO 5: Atitudes CTS por categoria UTFPR



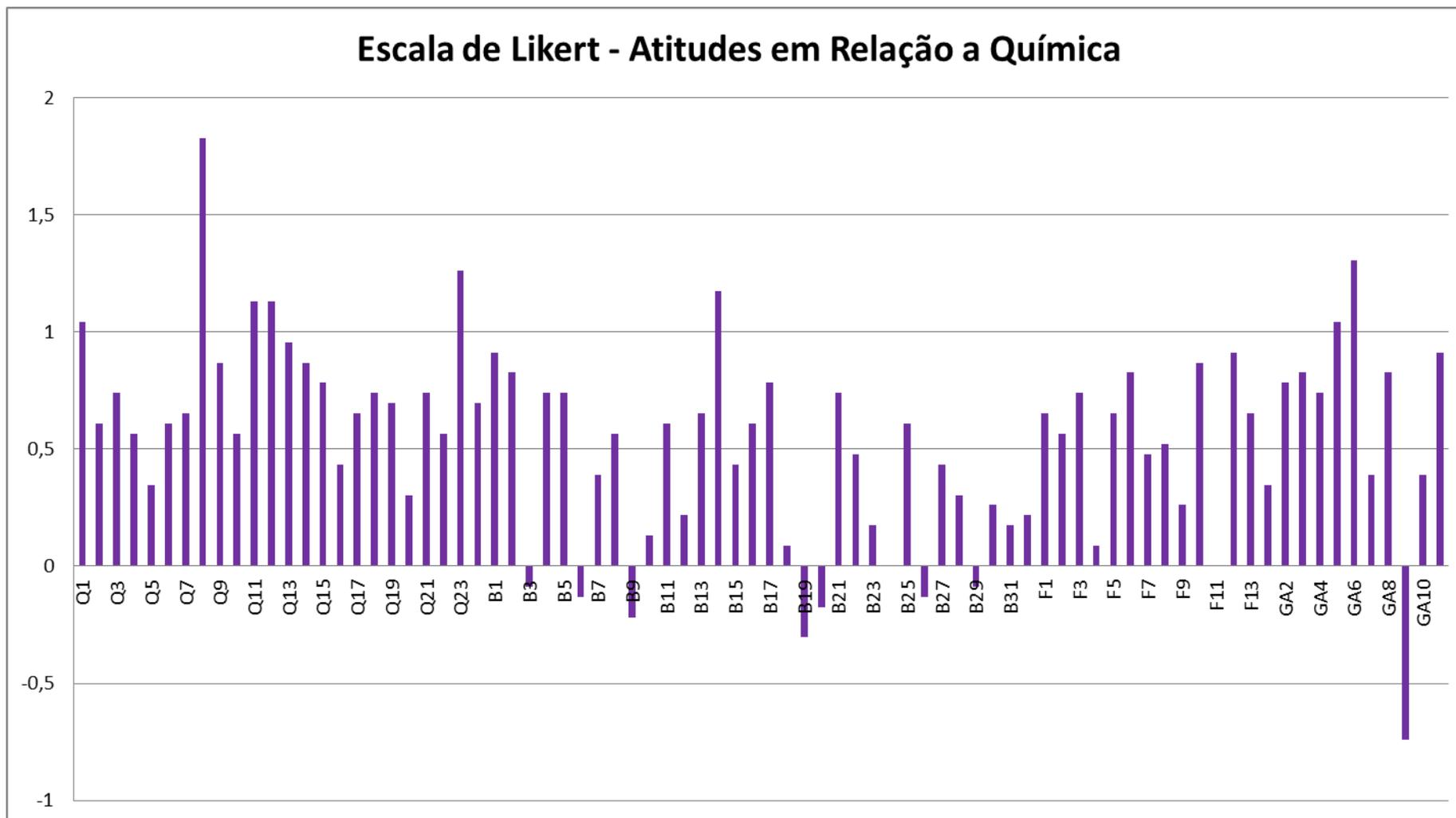
ANEXO 6: Gráfico Relações Química e Sociedade por respondente



ANEXO 7: Auto-Estima de aprendizagem em química por respondente



ANEXO 8: Atitudes em relação à química por respondente



As palavras - 25/03/2014

Os grandes sentimentos
São esculpidos em palavras
De palavras se construíram palácios
Que um dia foram sonhos
Governos que um dia foram pensamentos
E desertos que um dia foram imensas florestas.

Mas as palavras também são mapas
Que nos levam para dentro
Da alma alheia.

As palavras são *ramblas* estreitas
Por onde se precisa caminhar
Mas não se sabe onde se chega.

CAPÍTULO 5: ATITUDES E CRENÇAS CTS DE ESTUDANTES: UMA ANÁLISE QUALITATIVA

INTRODUÇÃO

Além da abordagem quantitativa, outra forma de se conseguir compreender a concepção sobre as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade é a entrevista em profundidade, método que Firme e Amaral (2008) usaram para entender as concepções de três professoras de Química. A entrevista em profundidade permite ao pesquisador obter dados mais consistentes sobre a realidade que investiga e compreender melhor o pensamento individual, aspectos que a abordagem quantitativa não permite.

Contudo, há uma limitação importante nessa abordagem. Por gerar grande quantidade de dados em cada entrevista, e por demandar muito tempo para a realização de cada entrevista, o número de participantes que pode ser entrevistados é muito reduzido. Outra forma de se obter dados qualitativos é a aplicação de formulários com questões abertas. Contudo, os dados assim obtidos não são, muitas vezes, suficientes para se determinar categorias como atitudes ou concepções, ficando, em geral, ao nível das opiniões.

Essa limitação levou Aikenhead e Flemming (1989) a elaborar um questionário quantitativo oriundo de entrevistas. Assim, puderam aliar as vantagens da abordagem quantitativa às concepções que foram colhidas de modo empírico.

Outra possibilidade, é o uso de uma abordagem híbrida, à qual Grecca (2002) denomina de emergente no ensino de ciências. Essa opção alia a abordagem quantitativa à abordagem qualitativa. A partir dessa perspectiva é que foram propostas as questões abertas, cujas respostas são analisadas em seguida. Sozinhas as questões abertas, não

seriam capazes de fornecer dados suficientes para uma compreensão das atitudes e crenças que os estudantes possuem sobre as relações CTS. No entanto, quando os resultados são confrontados com os resultados das escalas apresentadas no capítulo anterior, as abordagens propiciam em conjunto uma percepção profunda, conforme a abordagem qualitativa, e aplicável a uma amostra maior, como se faz na abordagem quantitativa.

PERCURSO METODOLÓGICO

Na análise das questões abertas foram utilizados elementos de análise de conteúdo para a categorização dos dados, conforme modelo proposto Bardin (1977). 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 seja 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.

Em seguida são analisadas as respostas às questões abertas nos questionários 1 e 2, optando-se pela mesma separação adotada na análise dos instrumentos quantitativos. Os questionários foram respondidos por duas amostras diferentes por serem longos, assim optou-se aplicá-los em locais diferentes.

QUESTIONÁRIO 1

- *Na sua concepção, como são escolhidos os temas para se fazer uma pesquisa científica?*

UTFPR

Ao responderem a essa questão, os estudantes da UTFPR revelaram crer, em sua maioria, que os temas de pesquisa científica são escolhidos para responder a uma necessidade ou problema (70%). Alguns, como o estudante Q8, apenas citam a opção em virtude de uma necessidade, sem esclarecer de quem procede essa necessidade, como pode ser percebido a seguir. *“A partir de problemas, atitudes, que mereçam uma solução, algo que ajude a melhorar.”*

Exatos 50% dos estudantes afirmam claramente que as pesquisas científicas são motivadas com o intuito de promover a melhoria das condições gerais da humanidade. É o caso do estudante Q9: *“Temas de pesquisa científica devem ser escolhidos de acordo com as necessidades e relevância da sociedade no momento, visando avanços para a humanidade.”* Ou ainda do estudante P4: *“Com base no que o meio ambiente, ou as próprias pessoas necessitam.”* Encontra-se aqui indícios de uma visão idealizada da ciência, que pode ser confirmada quando se analisa a aparição das demais categorias.

Das demais categorias que aparecem, surpreende o fato de que apenas 10% dos alunos citam as motivações econômicas, e 21,7% lembram-se das motivações pessoais do investigador. É o caso de F2: *“O pesquisador precisa escolher um tema que lhe agrade e se este tema já foi ou não pesquisado.”* E 20% afirmam que as motivações da escolha são fatores internos de relevância e viabilidade científica da pesquisa.

Essa atitude positiva pode ser interpretada conforme o modelo, segundo o qual a Tecnociência age em benefício da sociedade e do meio ambiente invariavelmente. E, à medida que acontece o desenvolvimento científico e tecnológico, a sociedade também passa por um processo de melhoria geral das condições de vida e bem-estar.

Os licenciandos de matemática do IFRN apresentam um perfil pouco diferente da amostra anterior. Apenas 47,8 % dos estudantes afirmaram que os temas de pesquisas científicas são escolhidos conforme as necessidades de toda a sociedade, ou para melhorar as condições gerais de vida ou resolver problemas da população. Como se pode notar na resposta do estudante M10:

“Através de uma solução de temas que sejam úteis para o nosso dia-a-dia, como temas que abordem principalmente na área da saúde, como descobertas para a cura de doenças.”

Ou ainda do M9:

“De acordo com a necessidade da sociedade em determinado tempo.”

A segunda categoria de maior frequência foi a de que se escolhem os temas de pesquisa buscando apenas o conhecimento de forma pura (30,4%), sem citar qualquer vinculação com a utilização desse conhecimento, a ciência é feita apenas para conhecer. É o que pode ser visto na resposta de M2: *“Os temas são escolhidos a partir de uma pergunta que ainda não foi respondida. Então em busca de resposta os cientistas desenvolvem uma pesquisa.”* Vê-se aqui a predominância de uma visão internalista da ciência, na qual as questões internas são as preponderantes.

Outra categoria de destaque foram os fatores pessoais na decisão dos temas. Como se pode notar em M6: *“Por meio da curiosidade existente no pesquisador”* e M1: *“Quando uma pessoa se identifica e tem curiosidades sobre aquele tema e que seja mais apropriado no momento”*. Para esses indivíduos, que representam 21,7% dos

estudantes deste grupo, a atividade científica parece ser algo individual, uma vez que o pesquisador tem domínio sobre a escolha de suas pesquisas.

Ainda nesta questão, três indivíduos (13,4%) afirmam apenas que os temas deveriam ser atuais, sem discutir ou aprofundar em que sentido seria essa atualidade. E por fim, dois licenciandos citaram como deveriam ser realizadas pesquisas escolares.

- **Na sua opinião, para que o cientista faz Ciência?**

IFRN

Nesta questão se observa um comportamento parecido, coerente com a questão anterior, onde os estudantes afirmam que os cientistas fazem ciência com objetivos voltados à resolução de problemas da sociedade e à melhoria das condições de vida das pessoas e do ambiente (52,2%). A resposta do estudante M19 é representativa deste discurso: *“A ciência, assim como a tecnologia, são sempre realizados para a melhoria das condições de vida dos seres.”* Vê-se aqui a firme crença em uma positividade nas ações e desenvolvimento de C&T, o que pode ser compreendido como concordância com o mito salvacionista da ciência (Auler, 2002), segundo o qual essas atividades resolveriam todos os nossos problemas.

A segunda categoria de maior incidência (34,8%) foi a ideia de que os cientistas fazem ciência apenas para aprofundar conhecimentos, construir ou consolidar uma ciência, como está expresso na resposta de M6: *“Para concretizar uma ideia existente, para que consiga dar importância aquela determinada “ciência”.*

Outras categorias que tiveram duas respostas cada (8,7 %) foram a ideia de que se faz ciência para a produção de tecnologia, e a de que valores individuais, como curiosidade e crescimento profissional são os determinantes para o cientista. É o que se

pode ver materializado na de M13: *“Para crescer profissionalmente e saciar sua curiosidade com mais informação e novos métodos que poderiam de alguma forma ajudar a humanidade”*.

UTFPR

Nesta pergunta a maior parte dos estudantes citou que a motivação dos cientistas era ampliar o conhecimento, fazer novas descobertas ou obter respostas para perguntas até então não respondidas (58,3%). Neste contexto apresenta-se as respostas de dois estudantes, PA2: *“Para desvendar o mundo”* e PA6: *“Para estudar e entender melhor o funcionamento dos fenômenos.”* Vê-se aqui que estes estudantes acreditam na ciência enquanto uma fonte de conhecimento confiável, e que o trabalho do cientista seria fazer emergir esse conhecimento verdadeiro.

A segunda categoria que teve maior frequência foi a de que o cientista trabalha para o bem da sociedade, do ambiente, para resolver problemas e facilitar a vida (46,7%). Dentro desta categoria têm-se as respostas dos estudantes:

F4: *“Para compreender e resolver todos (ou na medida do possível) os problemas do mundo.”*

F2: *“Para o desenvolvimento da sociedade. Desenvolvimento que pode ser cultural, histórico, através de um produto tecnológico ou de qualquer outra forma.”*

Q16: *“Para além de explicar fatos desconhecidos poder utilizar a ciência e tais descobertas em benefício da sociedade de forma sustentável.”*

Q13: *“Para colaborar com a melhoria da qualidade de vida da sociedade de uma maneira geral, além de também, se destacar no mercado de trabalho.”*

Pode-se perceber que há uma crença muito forte de que a ciência tem sempre uma direção positiva rumo ao crescimento do bem estar social e, sobretudo, que a ciência é feita para o bem de todos, e não apenas de alguns indivíduos.

Ainda que estas sejam as categorias de maior aparição, outras merecem destaque:

a) Interferir no mundo (3,3%), como afirmado por PA14: *“Para entender na prática um assunto em específico e poder utilizá-lo de alguma forma, possibilitando ou impedindo algum acontecimento”*. Como pode-se notar o estudante percebe a interferência da ação do cientista na sociedade e mundo, contudo não conseguiu-se identificar se essa interferência é ou não benéfica.

b) Fatores Pessoais (3,3%), assim como expresso por Q22: *“Uns por dinheiro, outros por curiosidade, e aqueles por paixão.”*

c) Fatores econômicos, como expresso por PA10: *“No contexto atual da sociedade para atender cadeias de industrias ou para fins acadêmicos.”*

Por fim, um estudante afirmou que era uma questão de sobrevivência e houve um estudante que não respondeu a questão.

- Qual a relação que existe entre ciência e tecnologia?

Esta questão tinha como objetivo compreender se a visão dos estudantes sobre a interação entre ciência e tecnologia era linear, ou se eles seriam capazes de perceber que no momento atual de desenvolvimento as relações não são unidirecionais.

IFRN

Neste ponto as respostas dos estudantes do IFRN surpreenderam por divergir de estudos anteriores (Nunes *et al.*, 2011) onde a categoria de maior frequência é a inter-

relação entre ciência e tecnologia sem uma hierarquia, como pode ser percebido na resposta de M9: *“As duas andam juntas uma vez que tem entre si uma relação de interdependência”*.

É interessante notar que 43,8% das respostas estão nesse grupo, que traduz uma visão próxima à defendida neste trabalho, em que a tecnologia e a ciência são atividades humanas que se influenciam mutuamente.

Em sequência tem-se a tecnologia como produto, ou aplicação da ciência respondendo por 30,4% dos respondentes. O pensamento destes estudantes pode ser exemplificado por M10 *“Acho que através da ciência e suas pesquisas levam à descobertas tecnológicas.”*

Para estes estudantes a tecnologia não é um campo autônomo de conhecimentos, é apenas a aplicação dos conhecimentos científicos, de maneira que a ciência poderia ser traduzida como uma atividade que busca conhecimento para ser aplicada na tecnologia.

Por fim, a terceira categoria que emergiu foi a tecnologia como precursora da ciência (17,4%), ou prover esta com novas técnicas e equipamentos que a fizeram desenvolver. Além disso, dois estudantes fugiram ao tema ao responder a questão.

UTFPR

De maneira semelhante ao que aconteceu com os estudantes do IFRN, as três categorias que mais apareceram nas respostas foram:

a) a tecnologia como aplicação dos conhecimentos científicos (45%), onde nota-se um claro entendimento que encaminha para pensar o conhecimento tecnológico como sendo subordinado à ciência, conforme afirma Q31:

“A ciência é ‘mãe’ da tecnologia, e sempre será responsável por todos os avanços tecnológicos do mundo.” Ou ainda como expresso por MP4: “As descobertas e

pesquisas científicas geram conhecimentos que são aplicados com fins tecnológicos, principalmente nos dias atuais, em que a eficiência é de extrema importância nas indústrias.”

b) interação/interdependência entre ciência e tecnologia (38,3%). Os estudantes deste grupo não demonstram acreditar que uma atividade anteceda a outra, por muitas vezes citando que o processo de evolução é cíclico, onde o avanço de uma é refletido no avanço da outra. Como afirma Q9: *“A tecnologia ajuda nas descobertas da ciência, e a ciência ajuda a descobrir a tecnologia. Ambas estão interligadas por um processo de mutualidade.”*

c) A tecnologia auxilia o avanço da ciência. Essa categoria apareceu na resposta de apenas 6,7% dos estudantes deste grupo. Contudo, acredita-se que seja relevante, pois estes indivíduos conseguem perceber a interferência da tecnologia sobre a ciência. Nota-se isso na resposta de Q14: *“A ciência e a tecnologia estão ligadas, pois a ciência depende da tecnologia para o uso de aparelhos em suas pesquisas. Quanto mais tecnologia avançada mais precisa será a ciência.”*

Percebe-se aqui a que a interpretação é a de que a tecnologia é o “motor” da ciência que proporciona uma ampliação em seus horizontes e perspectivas.

- **Qual o papel da ciência ensinada na escola?**

Este questionamento tinha por objetivo averiguar como os estudantes compreendem o papel que a ciência tem no contexto escolar. Esse interesse se justifica uma vez que o papel atribuído no âmbito escolar tem direta relação com a concepção de ciência que os estudantes possuem.

IFRN

Quase metade dos estudantes do IFRN apresentou em suas respostas a ideia de que a ciência escolar tem como objetivo transmitir conhecimentos ou informar sobre a natureza (47,8%), segundo uma compreensão de ciência, enquanto “conhecimento verdadeiro sobre a realidade”. Enquanto outros 8,6% afirmam que sua missão é mostrar a importância, como o estudante M11: *“A escola tenta passar para os alunos importância da ciência: no meio ambiente, plantas e doenças etc.”* Nota-se nestes dois grupos uma posição educacional tradicional, cujo papel do educador é transmitir o conhecimento àqueles que não o possuem. Mas também se pode perceber uma visão sobre ciência enquanto conhecimento inquestionável, por isso, a necessidade de transmiti-lo. Nota-se claramente essa posição na fala de M10: *“Informar ao aluno as diversas formas de ciência, pois esta é que ensina como acontece as coisas no meio ambiente, dando explicações para as mudanças que ocorrem”*.

Outra categoria de relevância nas respostas à quarta pergunta é “Entender a ciência” (26,1%). Os estudantes que responderam dentro desta categoria pouco argumentaram sobre o sentido em que a ciência poderia ser compreendida, em termos de sua metodologia, sua história, ou sobre a confiabilidade de seu conhecimento.

Em sequência, as categorias de menor frequência foram: a) Desenvolvimento de habilidades/attitudes (curiosidade e senso crítico), com 17,4%. b) preparação para continuidade dos estudos; c) desenvolvimento da vida social; d) Pensar sobre a sociedade; e) Respostas fora do tema, cada uma com 4,3% das respostas.

Essas respostas deixam claro a existência algumas lacunas, pois apenas um pequeno número de estudantes consegue perceber o papel de formação para a cidadania

que o ensino de ciências deveria ter. Ao contrário, grande parte dos respondentes corrobora com uma educação que poderia ser considerada bancária, entendendo o estudante como mero depósito de informações sem fazer as interligações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

UTFPR

Desta questão emergiram muitas categorias com suas respectivas frequências:

- Promoção da cidadania (11,7%)
- Promoção de atitudes positivas em relação à ciência (10%)
- Preparação para a vida (3,3%)
- Alienar (1,7%)
- Promoção de um entendimento sobre a ciência (6,7%)
- Dar continuidade aos estudos (13,3%)
- Conscientização (1,7%)
- Transmissão de conhecimento/Fazer entender (26,7%)
- Estimular a curiosidade (8,3%)
- Formar futuros cientistas (8,3%)
- Desenvolvimento de Habilidades (8,3%)
- Promoção do desenvolvimento (5%)
- Outros (11,7%)

Essa amostra apresenta alguns aspectos diferentes dos anteriores, como é o caso da transmissão, citada por quase metade dos estudantes em amostras anteriores e apenas por 20% nesta amostra. Além disso, observa-se que a promoção da cidadania aparece

com frequência significativa, assim como o desenvolvimento de habilidades e competências. A fala de MP6 encaminha para uma compreensão ampliada do papel da ciência como se pode ver: *“A ciência ensinada na escola deve contribuir para a compreensão que o indivíduo tem sobre o mundo. Deve propiciar que o aluno desenvolva seu senso crítico e a capacidade para acompanhar, entender e se posicionar frente aos avanços tecnológicos e suas implicações em nossa vida.”* Outros citam diretamente a cidadania: *“Desmistificar e ajudar os alunos a se tornarem cidadãos conscientes e dotados de opinião própria”* (Q27).

Outra função citada algumas vezes foi a formação de atitudes positivas em relação à ciência, como ter interesse, compreender a importância, valorizar. PA2 expressa essa compreensão: *“Despertar o interesse científico nas pessoas e ajudar elas (as pessoas) a entender o mundo”*.

Também foi citada como função da ciência escolar a promoção do desenvolvimento, como citado por Q16: *“É um benefício e uma resposta, é feita para explicar fenômenos comuns ao nosso dia a dia. Quanto para garantir que nosso futuro continue progredindo em termos de longevidade de vida, conforto e tecnologia”*.

Há aqui uma ressalva a ser feita pelo percentual de respostas categorizadas como “Outros”(11,7%). Essa categoria correspondeu a respostas que fugiram ao tema, quer por falarem apenas da ciência (fora do contexto escolar) quer por falarem das péssimas condições da educação básica, sem fazer referência ao papel que a ciência escolar possui, ou deveria possuir.

- **A ciência ensinada na escola cumpre seu papel?**

IFRN

Para essa questão surgiram quatro categorias no primeiro grupo.

Há o grupo que acredita que a ciência escolar cumpre seu papel, ressaltando-se a transmissão de conhecimento como tal objetivo (26,1%), seguido por um pequeno grupo que afirma que o cumprimento do papel da ciência escolar reside sobre os profissionais/ instituições (13,0%). E os demais grupos acreditam que o papel está sendo apenas parcialmente cumprido (17,4%) e os que acreditam que a ciência escolar não cumpre o papel a qual se destina (39,1%). É interessante perceber que os últimos dois grupos citados usam os mesmos argumentos para justificam o “fracasso” da educação em ciências. Para esses, assim como M8: “(...) *o ensino deixa a desejar na maioria das vezes por falta de recursos para trabalhar*”.

UTFPR

Encontra-se entre os alunos da UTFPR as mesmas categorias de resposta, com um diferencial no tocante às justificativas apresentadas. Neste grupo, 40% afirmaram que o ensino de ciências não atende aos seus objetivos, apresentando como explicações a superficialidade dos conteúdos ministrados, ou a forte vinculação com o vestibular. Além desses argumentos, alguns estudantes mostram uma postura mais crítica em relação ao fato, como PA13: “*Não. Pois conforme resposta acima, acredito que a ciência aplicada na escola deveria ir mais além, mostrando ao aluno o porquê das coisas e orientando como buscar novas descobertas/novos desafios.*”, ou demonstram preocupação com a estrutura, F3: “*Infelizmente não, muitas escolas não possuem professores específicos de cada disciplina e também convivem com a falta de laboratórios e biblioteca equipados*”.

Enquanto 11,7% acreditam que o sucesso em atingir os objetivos repousa sobre os profissionais ou sobre as instituições. Os dados levam a acreditar que, para esse

grupo, os problemas no ensino de ciências não são de caráter geral, podendo ser atribuídos a aspectos pontuais..

Os demais grupos representam 31,6% (Sim) e 11,7% (Parcialmente), e em ambas as categorias, na maior parte das respostas, não houve preocupação em dar justificativa, apesar de expressar pontos de vista, como o fez F6: *“Sim a ciência ensinada na escola sempre cumpre seu papel.”*

- **O que você pensa sobre o uso de alimentos transgênicos? Quem deveria tomar a decisão sobre o consumo de tais alimentos: especialistas (cientistas e engenheiros), sociedade civil (cidadãos, ONGs, e demais organizações sociais não governamentais), e/ou autoridades políticas do Estado?**

Essa questão tinha por objetivo compreender a visão do estudante sobre o modelo de decisões tecnocráticas, para que se pudesse com base nestes dados e nos anteriores montar um perfil de atitudes e crenças dos estudantes sobre as interações CTS.

IFRN

Tendo-se em vista o perfil anterior, no qual os estudantes se posicionaram positivamente sobre a ciência, chegando a deixar clara uma crença na ciência enquanto um conhecimento verdadeiro que traria o bem da humanidade são surpreendentes os dados referentes às repostas dessa questão. Esperava-se que a maior parte dos estudantes ratificasse o modelo de decisão tecnocrática. As categorias estão citadas a seguir conforme sua frequência:

Especialistas devem decidir (17,4%)

A sociedade deve decidir (39,1%)

Autoridades políticas devem decidir (8,6%)

Não tenho conhecimento/ Não respondeu (17,4%)

A sociedade, com maior peso para a escolha dos especialistas (4,3%)

A decisão deve ser individual (4,3%)

É interessante ressaltar que, apesar de não ser apontado como uma função da ciência escolar a preparação para a cidadania, um grupo significativo dos estudantes rejeita o modelo de decisões tecnocrático e acredita que as decisões nesse âmbito devem ser tomadas por todos, uma vez que os cidadãos é que sofrerão as possíveis consequências do uso desses alimentos. M17 faz em sua resposta uma afirmação que é representativa desse grupo: *“Na minha opinião a decisão sobre o consumo desses alimentos deve partir de todos, seja especialistas, sociedade civil, e autoridades políticas do estado. Afinal todos são consumidores”*

Há ainda que se ressaltar que outros estudantes levantam a possibilidade de ser uma escolha individual, ou ainda que um pequeno grupo de autoridades políticas decidam sobre o tema. O que se pode notar aqui, diferente de outros estudos (Nunes *et al.*, 2011), é que estes estudantes, apesar de terem uma atitude positiva sobre C&T e por vezes demonstrarem acreditar no mito salvacionista, não se posicionam favoráveis às decisões de caráter tecnocrático.

UTFPR

O grupo dos estudantes da UTFPR apresentou categorias similares ao grupo anterior, mas nessa população nota-se uma concentração nos dois primeiros grupos, como pode ser percebido a seguir:

Especialistas devem decidir (36,7%)

A sociedade deve decidir (35%)

Não responderam (16,7%)

A decisão deve ser individual (6,6%)

Outros (5%)

Um percentual significativo pode ser enquadrado num perfil de pessoas que acreditam em decisões tecnocráticas, enquanto um percentual similar acredita que tal decisão deve residir sobre todos os interessados, uma vez que afeta a todos. Ressalta-se, no entanto, que mesmo estudantes que atribuem a decisão aos especialistas, podem não apresentar uma visão ingênua, como é o caso da estudante MP4: *“A sociedade civil necessitaria ser melhor instruída na escola, ter a alfabetização científica tão comentada em discussões recentes. Enquanto isso não ocorrer, quem deve tomar a decisão são os especialistas.”* Vê-se claramente que a estudante percebe a importância da participação da sociedade nas discussões desta natureza, contudo, tendo-se em vista que a sociedade não estaria alfabetizada cientificamente, permaneceria sobre os cientistas a decisão sobre o consumo dos alimentos transgênicos.

Outra resposta que se destaca nesse grupo é a de Q22: *“[os alimentos transgênicos são] Necessários, mas não essenciais. Há comida suficiente, só há necessidade de melhor distribuição. Com certeza cientistas desvinculados do Estado.”* Aqui percebe-se uma visão de que o estado pode interferir nas decisões dos cientistas, o que nos faz entender que, mesmo acreditando no teor das decisões tecnocráticas, esse estudante faz uma crítica aos cientistas vinculados ao governo. Porém, cai em outra afirmação problemática por não atribuir que outros agentes sociais (indústrias, grupos de produtores) possam igualmente interferir em suas decisões.

Por fim, é preciso esclarecer que, no grupo que afirma ser dever de todos decidir, existem nuances diferentes, como se pode perceber na resposta de Q4: *“Sou contra [os alimentos transgênicos], pois prejudica a saúde. Infelizmente, acredito que os*

especialistas não tem o poder de interferir na agricultura sem o consentimento da população rural. Mas, unidos à sociedade civil e com o apoio das autoridades governamentais, creio que cheguem a uma solução.” Apesar de afirmar que todos devem estar envolvidos na decisão, o estudante deixa claro que o desejável seria que os especialistas (se tivessem o poder de interferir sozinhos) o fizessem. Cabe, portanto, à sociedade e às autoridades políticas dar respaldo político e social para que a decisão seja implementada, não havendo indícios de que estes possam questionar a decisão daqueles.

Questionário 2: Investigando as relações Química – Sociedade

- **Para você qual o papel do químico na nossa sociedade?**

Física – UFRN

Ao serem questionados sobre o papel dos químicos na sociedade, os estudantes de física apresentaram duas respostas principais. Um primeiro grupo (61,5%) afirma que o papel do químico é exercer sua profissão a serviço da sociedade de forma a melhorar a qualidade de vida das pessoas em geral, assim como expressa o estudante F8:

“O papel do químico na sociedade é contribuir para uma melhor qualidade de vida seja nas grandes descobertas de reações químicas seja lecionando.”

O segundo maior grupo de respostas afirma que a função desse profissional é de dar suporte a outras profissões (23,1%), conforme pode-se ver na fala de F1:

“Dentre inúmeros papéis o químico pode atuar na sociedade na fabricação de drogas, ou melhor, o mesmo vem a atuar nas diversas esferas de profissões tal como na medicina, engenharia, na indústria farmacêutica, dentre outras.”

Nota-se nas respostas uma visão positiva do profissional, atribuindo a esse importância para o desenvolvimento social e para o exercício de outras especialidades como idealidade, onde só aparecem aspectos benéficos de sua atuação.

E ainda dois estudantes não responderam ao questionamento.

Química – UFRN

Os estudantes de química apresentaram um grupo maior de categorias nas quais suas respostas foram classificadas:

Promoção da Qualidade de vida e desenvolvimento (45,8%)

Controle e preservação ambiental (25%)

Ensinar promovendo a cidadania (20,1%)

Produzir inovação tecnológica (8,3%)

Entender a natureza (8,3)

Outras (25%)

Veem-se nessas respostas grupos distintos das demais amostras, principalmente por se encontrar grande referência a questões escolares e o papel do licenciado, o que provavelmente está ligado à própria formação profissional. Destaca-se ainda que há referência ao papel do profissional de química como promotor da inovação tecnológica, embora permaneça como grupo majoritário a categoria que atribui como função do químico a promoção da melhoria da qualidade de vida e o desenvolvimento social.

Por fim, ressalta-se a resposta de Q7: *“O papel do químico é estudar, pesquisar e entender as transformações que ocorrem na natureza e explicar de forma clara para a sociedade, alertando do perigo e das coisas boas que se pode ter através da natureza”*. Vê-se aqui que o estudante em questão atribui à química apenas o estudo da natureza, o

que se configura como uma visão parcial da ciência, excluindo o caráter inovador da produção de novos materiais e substâncias.

Biologia – UFRN

Os licenciandos em biologia, de maneira semelhante aos dois grupos anteriores, expressaram que a melhoria da qualidade de vida das pessoas é a principal função do químico na sociedade (37,5%). Quatro categorias foram citadas pelo mesmo percentual de estudantes (18,8%), são elas:

Lecionar/Transmitir conhecimento;

Produzir inovação tecnológica;

Fornecer subsídio para outras profissões;

Compreender e fazer compreender o mundo.

Nota-se, nesse grupo, grande diversidade de opiniões, com alguns indivíduos fazendo menção a mais de um papel a ser exercido na sociedade pelo profissional em química, destacando-se a perspectiva da docência como uma função de destaque.

Gestão Ambiental – IFRN

Os estudantes de Gestão Ambiental do IFRN apontam que, prioritariamente, a função do químico na sociedade é a promoção das condições e qualidade de vida de todos (63,6%), como podemos ver na resposta de GA5: “*Sempre melhorar e facilitar as condições humanas em vários campos.*” Essa visão é semelhante a dos demais grupos e também as atitudes e crenças dos estudantes que responderam ao questionário 1. Predominando a percepção de que o químico tem uma ação sempre benéfica sobre a sociedade.

Outros 18,2% afirmam que o papel do químico é transformar e compreender a natureza, a serviço da humanidade, conforme é afirmado por GA6: “*O químico tem um papel fundamental na sociedade atual, principalmente com o avanço das tecnologias.*”

Desde esclarecer a importância de conhecer a natureza e suas transformações até a interferência do ser humano na mesma.”

Outras respostas corresponderam aos 18,2% restante.

- **Qual o papel que a química exerce em sua vida cotidiana?**
- Física – UFRN

A esse questionamento os estudantes responderam associando a química com a alimentação (30,1%), com o uso de combustíveis (15,4%), com o conhecimento para convivência com o ambiente (7,7%) e melhoria da qualidade de vida (7,7%), como vê-se nos nas respostas dos estudantes F1 e F8:

“Tal como o mencionado anteriormente a química exerce papel na vida de todos nós, de forma tecnológica – evolutiva, ajudando-nos a solucionar problemas do cotidiano.”
(F1)

“Exerce um papel de conhecimento, ou seja, um bom conhecimento na química me proporcionará uma melhor interação com a natureza sem prejudica-la e prejudicar a mim mesmo.” (F8)

A essa mesma questão, 30,1% responderam de forma vaga, apenas dizendo que a química encontrava-se em todos os lugares, ou em todas as atividades, mas sem especificar, enquanto 15,4% afirmam que essa ciência tem pouca influencia em sua vida.

- Química – UFRN

À segunda questão, o grupo de estudantes de química apresentou respostas enquadradas em três categorias principais:

A química está em tudo (33,3%);

A química está nos produtos industrializados (medicamentos, cosméticos, alimentos) (20,1%);

A química busca compreender a natureza (29,2%).

Dentre essas três categorias destacam-se a primeira e a terceira. Alguns estudantes que tiveram suas respostas enquadradas no primeiro grupo tendem a transmitir uma visão da ciência química, que se confunde com seu objeto de estudo. Essa posição pode ser notada na afirmação de Q11: *“A química está presente no meu cotidiano, desde ao acordar até o dormir. Nada existiria se não houvesse a química. Sem reações no nosso corpo, não existiríamos”*.

Já no terceiro grupo, a mesma visão é expressa por alguns estudantes na questão anterior, mostrando a química apenas como uma ciência voltada à compreensão da natureza, sem fazer referência ao caráter tecnológico da mesma. A resposta de Q13 exemplifica essa postura: *“Por meio da química é possível obter-se um olhar mais atento sobre a natureza que nos cerca. Fazendo relações, investigações e reflexões sobre o porque algum fenômeno natural ocorre.”*

- Biologia – UFRN

Mais uma vez o comportamento do grupo de licenciandos em biologia foi similar ao dos licenciandos em química, onde se encontram entre as respostas mais frequente a essa questão duas categorias, ambas com 34,4% dos respondentes:

A química está presente em tudo;

A química é encontrada nos produtos industrializados.

As respostas enquadradas na primeira categoria apenas citam a importância dessa ciência, e afirmam que ela está em todos os lugares, mas não justificam de que maneira ou em que aspectos do cotidiano pode ser percebida.

Já a segunda, mostra que parte dos respondentes percebem claramente a atuação da química nos bens industrializados que consomem: alimentos, medicamentos, cosméticos, produtos de limpeza. E atribuem ao conhecimento nessa área grande importância para o bem-estar da população em geral.

Outras respostas corresponderam a 28,1% dos alunos que responderam.

- Gestão Ambiental – IFRN

A esse questionamento os alunos de GA responderam lembrando a participação ativa da química em processos industriais, na indústria alimentícia, farmacêutica, têxtil ou petroquímica (54,5%). GA6 expressa essa categoria: *“A química está presente em todas as invenções humanas e as transformações naturais. Desde a conservação e produção de alimentos, indústria têxtil, automotiva, na saúde devido à produção de medicamentos, setor cosmético e de limpeza etc.”* Nota-se no conjunto de respostas que há uma visão de estreita relação do avanço do conhecimento químico com o desenvolvido socioeconômico e ambiental, muito semelhante à ideia de um desenvolvimento linear. Outros 27,3% afirmam que a química está presente em todos os lugares sem apontar exemplos ou justificar seu ponto de vista. Um estudante respondeu que esta ciência tem o papel de proteção da saúde humana através do controle de qualidade, e um estudante não respondeu ao questionamento.

- **Que relação você faz entre o desenvolvimento do conhecimento químico e o desenvolvimento econômico?**

Gestão Ambiental – IFRN

Nesta questão todos os estudantes do IFRN podem ter suas respostas categorizadas segundo um único grupo. Para estes estudantes há uma direta relação entre o desenvolvimento econômico com novas descobertas/ inovações no campo da química. Nesse sentido encontra-se GA2: *“A química como uma ciência, ela é encontrada bem perto do cotidiano de todas as pessoas, economicamente ela tem um grande papel, pois os combustíveis são resultados da indústria química, os cosméticos, os medicamentos, alguns alimentos, ou seja, todas estas coisas possuem um grande mercado, e fornecem em todo mundo um grande capital, tudo isso resultado da aplicação do conhecimento da química”*. Grande parte dos respondentes citou diretamente os produtos industrializados e o valor agregado que esses objetos possuem, como GA9: *“Produtos químicos na maioria é muito caro, com isso há um desenvolvimento econômico, seja em qualquer área.”* Ressalta-se ainda a resposta de GA6, que além de ratificar a relação direta entre a química e o desenvolvimento econômico, ainda coloca essa relação em direta relação com a melhoria da qualidade de vida das pessoas: GA6: *“O conhecimento químico visa otimizar e criar estratégias de melhorias na indústria para o aproveitamento de materiais, conhecimento de suas características para transformá-lo em algo que se possa ser aproveitado e para melhorar a qualidade de vida da população como um todo”*.

Física – UFRN

De certa forma, os resultados dos estudantes de física reproduzem os resultados encontrados no grupo anterior. Para 76,9% dos estudantes, a química é percebida enquanto um motor do desenvolvimento econômico, o que fica muito claro na resposta de F3: *“Como eu acredito que o setor de pesquisa e desenvolvimento podem mudar a*

economia do país então qualquer ramo de exatas eu considero como sendo necessário, em especial a química já que serve como fundamento para manutenção de muitas matérias prima e para as engenharias” Percebe-se que neste contexto a química é percebida como essencial ao desenvolvimento, por seu impacto de acrescentar possibilidades à tecnologia. Mas pode-se notar, com base nas outras respostas, que com maior intensidade é percebida a vinculação desse conhecimento com a indústria, e pouco com outros setores de atividade econômica, como o setor primário. Destacam-se duas respostas individuais que trazem elementos interessantes para a discussão. A primeira resposta mostra o desenvolvimento como uma possibilidade e não uma certeza. *“Quando temos desenvolvimento em qualquer área da ciência, temos grandes chances de aumentar a economia de uma determinada sociedade” (F11)*. O estudante em questão foi o único a não afirmar categoricamente que o desenvolvimento econômico vem inevitavelmente com o desenvolvimento do conhecimento químico. Parece interessante ressaltar esse ponto, pois o Brasil tem, nos últimos anos, conseguido ampliar sua participação percentual no total de artigos científicos publicados, contudo, não parece claro que esse avanço tenha se convertido em tecnologias nacionais e, portanto, tenha incrementado a economia nacional. Parece que os estudantes desse grupo e do anterior, não conseguem perceber essa falta de coordenação entre ciência-tecnologia-economia.

Outra resposta interessante que surgiu nesta turma foi: *“Uma relação de submissão, ou seja, a química, infelizmente, atende primeiramente ao desenvolvimento econômico” (F8)*. Por essa afirmativa, nota-se que esse estudante consegue perceber que o desenvolvimento da química está vinculado aos interesses econômicos, relegando a segundo plano outros interesses sociais. Destaca-se que apenas esse estudante levantou questões dessa natureza nesse grupo.

Química – UFRN

Nas respostas dos estudantes de química há uma continuidade das categorias identificadas anteriormente, com predominância da ideia de relação direta, na qual a química é entendida como o motor do conhecimento tecnológico, que, por sua vez, promove o desenvolvimento econômico (62,5%). Esse entendimento, como vê-se no trecho a seguir, transmite a visão de um desenvolvimento linear: *“Tomando como premissa que a química está envolvida em diversos ramos da economia (alimentos, medicamentos, têxtil, dentre outros). Logo, se a química se desenvolve, os lucros aumentam. Assim, a química está diretamente relacionada com o desenvolvimento econômico.”* (Q1).

Outros dois estudantes afirmam que essa relação está condicionada a determinados fatores, como se nota no trecho:

“O desenvolvimento do conhecimento químico está relacionado ao desenvolvimento econômico quando as necessidades econômicas, tecnológicas e sociais norteiam o surgimento das pesquisas em químicas.” (Q3).

Dois outros estudantes citam uma relação mútua, na qual o desenvolvimento em um âmbito necessita e alimenta o crescimento do outro: *“O desenvolvimento econômico requer desenvolvimento químico, assim como o inverso é verdadeiro. A medida que a sociedade se desenvolve gera novas necessidades materiais e assim como novos materiais podem implicar em desenvolvimento econômico.”* (Q16)

Biologia – UFRN

Os licenciandos em biologia apresentaram categorias semelhantes, e mais uma vez a categoria de maior frequência foi a de que a química é um propulsor de tecnologias e, indiretamente, alavanca o desenvolvimento econômico (75,5%). Pode-se perceber isso nas respostas de B1 e B17:

“O conhecimento químico pode gerar compostos que sirvam como base para desenvolver tecnologias, no conhecimento de estruturas moleculares, desenvolver fármacos a partir de moléculas, há uma correlação de diversas maneiras.” (B1)

“Nem todos sabem mais muito do desenvolvimento econômico está diretamente ligado ao conhecimento químico. As tecnologias cada vez mais crescendo devido ao conhecimento químico, tudo isso contribui para um desenvolvimento econômico.” (B17)

Em segundo lugar, aparecendo em apenas três respostas (9,4%), encontra-se a ideia de que o desenvolvimento químico e o econômico possuem uma inter-relação na qual os aspectos econômicos promovem o avanço da química, na mesma proporção na qual a química permite o crescimento econômico. Para tanto, pode-se analisar a resposta de B2: *“Os dois estão intimamente ligados de modo que o desenvolvimento do conhecimento químico se aperfeiçoando afeta positivamente o desenvolvimento econômico, a recíproca é verdadeira, pois com o desenvolvimento da economia mais verba pode ser aplicada fazendo com que haja melhores condições que favorecem o desenvolvimento do conhecimento químico.”* Aqui nota-se que não há, a princípio, uma hierarquia, mas um ciclo de mútua interferência positiva, que se reflete em ambos os elementos.

- **Que relação você faz entre o desenvolvimento do conhecimento químico e a melhoria da qualidade de vida das pessoas?**

Biologia – UFRN

A essa questão, as respostas dos estudantes de biologia formaram apenas um grande grupo. O dos que afirmaram haver uma relação direta entre o aumento do conhecimento químico com a progressiva melhoria na qualidade de vida das pessoas. É nesse sentido que B18 comenta: *“Assim como as demais ciências naturais, o desenvolvimento químico pode levar ao surgimento e/ou aperfeiçoamento de tecnologias que melhorem a qualidade de vida das pessoas.”* Esse grupo representou 81,2% das respostas. A resposta de B16 confirma essa tendência, ao visualizar como positiva a interferência da química na qualidade de vida: *“A de que tal conhecimento contribui para a melhoria da qualidade de vida. Mas que não há uma apresentação tão explícita a nível do conhecimento da população, ou seja, não se visualiza tão bem, ou se reconhece a importância do desenvolvimento químico para a melhoria da qualidade de vida porque ela não é tão divulgada”*. Nessa fala percebe-se que a estudante acredita que a química não possui o status social que mereceria e teria caso houvesse uma melhor divulgação dos seus benefícios.

Ainda que a categoria citada assim tenha sido predominante, um pequeno grupo de respondentes (12,5%) afirmou que não há uma relação linear entre o desenvolvimento do conhecimento químico e a qualidade de vida das pessoas, como afirma B17: *“Nem sempre o conhecimento químico trás melhorias para a qualidade de vida das pessoas, principalmente quando se fala de modificações de componentes químicos dos alimentos apenas para facilitar estocagem por exemplo (caráter apenas econômico) e não para melhorar a alimentação”*.

Química – UFRN

A mesma tendência observada entre os estudantes de biologia é encontrada entre os licenciandos em química, onde 70,8% das respostas concordam com a ideia de que o desenvolvimento desta ciência traz consigo a melhoria na qualidade de vida das pessoas. Nesse grupo duas pessoas afirmam que essa melhoria está vinculada a mudanças ao nível individual no qual a aumento do conhecimento químico, produz mudanças de hábitos, como pode-se perceber em Q11 *“A melhoria da qualidade de vida muda quando o individuo conhece a química envolvida. Principalmente se o objeto do conhecimento trazer danos a saúde, como no caso das gorduras, que é um tema muito rico conceitualmente.”* Enquanto a maior parte (62,5%) apresenta uma argumentação baseada em um modelo linear no qual mais química produz mais tecnologia e essa resolve problemas e traz conforto à humanidade. Q14 expressa esse pensamento: *“O desenvolvimento tecnológico, descoberta de medicamentos estar relacionado com o desenvolvimento químico e conseqüentemente com a qualidade de vida das pessoas.”*

Há ainda duas categorias que merecem destaque, apesar da baixa frequência:

a) O grupo que apresenta o avanço da química como dual, podendo gerar melhorias na qualidade de vida, ou promover o decréscimo. (16,7%). Essa é uma posição que fica latente na fala de Q6: *“O conhecimento químico surge das necessidades econômicas e sociais. Para aqueles com poder de compra, o desenvolvimento químico pode corresponder a uma melhora da qualidade de vida, entretanto, para aqueles que não tem poder de compra, estes podem sofrer com malefícios do desenvolvimento químico”*.

b) Um grupo que aponta a relação direta como uma possibilidade (8,3%), não uma realidade imediata. Q3, sintetiza esse pensamento: *“Esta relação ocorre quando a construção do conhecimento científico se desenvolve no intuito da melhoria de vida das pessoas”*.

Física – UFRN

Neste grupo mantem-se a tendência observada nos cursos anteriormente analisados. Nele, 61,5% dos respondentes afirma que há uma relação direta da química com a qualidade de vida das pessoas, expressando uma visão que pode ser tida como idealizada, tal qual F3: *“Basicamente eu não consigo pensar, em primeira ‘mão’, sobre algum ramo onde os conhecimentos químicos não tenham melhorado nossas vidas, desde cosméticos a grandes medicamentos, materiais usados para incontáveis coisas, a própria caneta que uso para escrever.”* Nota-se nesse trecho que o estudante percebe a química como uma “salvadora” da sociedade, sempre incrementando as possibilidades humanas e mitigando ou resolvendo nossos problemas. Têm-se ainda duas respostas que apontam para a possibilidade de uma relação direta, como F6 *“A química pode ser utilizada no desenvolvimentos de remédios, ou seja, na cura de várias doenças.”* Aqui o estudante não deixa claro se acredita que a melhoria das condições de vida tem se dado em função da química, mas indica que há uma possibilidade que no futuro ocorra assim.

Gestão Ambiental – IFRN

Por fim, foram analisadas as respostas do grupo de estudantes de tecnologia em gestão ambiental, nas quais, mais uma vez encontrou-se o mesmo perfil das turmas anteriores, com uma visão extremamente positiva dos avanços do conhecimento químico e os impactos de qualidade de vida na população. Para 81,8% dos respondentes há uma relação direta entre os dois eventos. Com frequência dentro deste grupo são citados como prova dessa relação a produção de novos medicamentos e tratamento de doenças que tem contribuído para melhores condições de sobrevivência. Apenas um

estudante apresentou uma argumentação mediante a ideia de dualidade do avanço do conhecimento químico e um estudante afirmou que o avanço da química proporciona a melhoria na qualidade dos produtos oferecidos à população.

- **Que relação você faz entre o desenvolvimento do conhecimento químico e a degradação do meio ambiente?**

Física – UFRN

Os estudantes deste grupo apresentam uma visão negativa do avanço dos conhecimentos químicos e sua relação com a qualidade ambiental. Entre os treze respondentes, oito (61,5%) afirmaram que o desenvolvimento do conhecimento químico pode representar um agravamento da degradação ambiental. Nesse grupo, no entanto, podem-se encontrar dois subgrupos: a) os estudantes que acreditam que a química é neutra e as ações/escolhas das pessoas geram os danos ambientais (seis respostas); b) os estudantes que só afirmam que a química promove a degradação ambiental. Entre as respostas do primeiro subgrupo destaca-se a resposta de F6, que sintetiza o pensamento do grupo: *“A química pode ser prejudicial, pois pode ser usada de forma errada, sendo capaz de destruir, na elaboração de um bomba, enriquecimento de materiais radioativos, etc.”* Como se pode notar, há aqui uma percepção da química nos moldes de uma ciência neutra que pode ser usada para o bem ou para o mal, cabendo à sociedade decidir sobre os usos.

Dois estudantes (15,4%) afirmaram que a química pode ser utilizada para degradação ou para a preservação/recuperação das condições ambientais saudáveis e mais dois afirmaram que o aumento de conhecimento químico representa um avanço no sentido de recuperação do meio ambiente.

Gestão Ambiental - IFRN

Para a mesma questão os estudantes do curso de tecnologia em Gestão Ambiental apresentam as mesmas categorias, relacionadas a seguir:

Promove a degradação ambiental (63,6%)

Promove degradação e preservação (18,2%)

Promove a recuperação e preservação (9,1%)

Não respondeu (9,1%)

Mais uma vez nota-se uma atitude negativa em relação aos efeitos da química no meio ambiente. E esta grande categoria apresenta nuances às quais se faz interessante distinguir. Dentre as repostas categorizadas nessa primeira categoria, podem-se perceber três diferenças: a) há apenas um estudante que demonstra entender a química como neutra, e que seu uso inadequado seria o causador dos males ambientais; b) um grupo que apenas cita o papel da química nos impactos ambientais (quatro respostas) e c) duas respostas que atribuem ao poder econômico os efeitos nocivos ao ambiente. É nesse contexto que destacam-se a resposta de GA6: *“Simplesmente a química com uma visão de lucro que gera degradação. E a mínima vontade de adotar políticas para tentar coibir a degradação do meio ambiente.”* Aqui nota-se a percepção de que o sistema capitalista tem um papel importante na degradação gerada pela química e que a ação política poderia ter interferido neste contexto, mas que não está agindo de maneira efetiva.

Química – UFRN

Nesta questão percebe-se diferenças em relação aos cursos já analisados. Enquanto os demais grupos ressaltam que a química tem relação direta com a degradação ambiental, entre os estudantes de química, percebe-se a formação de dois

grandes grupos: em oito respostas (34,8%) é afirmado que a química gera impactos ambientais, e ao mesmo tempo ajuda na preservação e recuperação do meio ambiente; já em outras sete respostas (30,4%) é dito que ela tem relação com o agravamento dos danos ambientais. Por fim, quatro respondentes (17,4%) citaram apenas o papel benéfico do desenvolvimento químico.

Pode-se notar que os estudantes da química possuem uma crença de atuação da química, condicionada à ideia de neutralidade, não cabendo questionar “o que a química faz”, mas “o que fazem com a química”. Q17 sintetiza esse pensamento: *“A química é uma ciência bastante importante para o desenvolvimento do conhecimento científico, porém deve-se tomar alguns cuidados no que diz respeito a natureza, pois o mal descarte de alguns materiais nocivos ao meio ambiente podem prejudica-lo de maneira que não seja possível de se reverter.”* Como se vê, não é uma questão sobre o conhecimento em si, mas sobretudo, o mal uso que gera, na visão desses estudantes, os danos ambientais.

Biologia – UFRN

As resposta dos estudantes de licenciatura em biologia, dividiram-se em três grupos de maior frequência:

Promove a degradação ambiental (34,4%)

Promove a recuperação e preservação (31,2%)

Promove degradação e preservação/recuperação (21,9%)

E ainda três estudantes (9,4%) que não responderam diretamente à pergunta e um que afirmou não haver correlação entre o desenvolvimento da química e a degradação ambiental.

Sobre a primeira categoria, nota-se o tom enfático nas respostas que afirmam a relação direta entre a poluição com o avanço do conhecimento químico. Diferente dos outros grupos, não há com frequência uma argumentação no sentido de neutralidade desta ciência, como vê-se aqui em B1: *“Está altamente relacionado, são tantos, desde os gases poluentes, como sua composição reage no nosso organismo, como a incidência desses raios UV com a degradação da camada de ozônio pode influenciar na alteração do metabolismo, moléculas de DNA, podendo expor à causar câncer, entre diversas coisas.”* Na segunda e terceiras categorias, apesar de citar a preservação e a recuperação do meio ambiente, pode-se inferir a partir dos textos que essa é uma possibilidade, e que os estudantes não percebem que no presente esteja acontecendo. Percebe-se essa posição na fala de B27: *“É possível agregar o conhecimento da química a novas tecnologias que possibilite amenizar os agressores ao meio ambiente.”*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise dos dados qualitativos enfatizam e esclarecem inferências encontradas no capítulo anterior. Ainda que os resultados da escala de Likert do segundo questionário já indiquem que os participantes da pesquisa possuem uma visão positiva sobre a química, é nas respostas abertas que se percebe claramente uma visão linear na qual o desenvolvimento químico produz tecnologia, crescimento econômico e bem-estar social. A única exceção demonstrada pelos grupos é o papel da química em relação ao meio ambiente, no qual ela é vista como um agente de promoção da degradação ambiental. No entanto, num grupo significativo de respostas é afirmado que não é culpa da química essa degradação, mas sim da sociedade que a usa inadequadamente, uma vez que esta ciência é (para a maioria dos respondentes) feita com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas.

Quando se analisa as respostas ao primeiro questionário nota-se que também são coerentes com os resultados quantitativos, pela presença de grande número de respostas que atribuem à ciência e ao cientista a busca da melhoria das condições de vida de toda a população.

Apesar de serem amostras distintas (a do primeiro e a do segundo questionário) e respondendo a instrumentos de pesquisa diferentes, percebe-se que o mito da linearidade do desenvolvimento está presente em ambos os casos.

Contudo, mesmo nesse panorama, nota-se que há demanda por uma educação científica que prepare para a cidadania e a percepção de que a sociedade não deve deixar exclusivamente na mão dos especialistas as escolhas de caráter científico e tecnológico.

Em concordância com o já expresso no capítulo anterior, reafirma-se que os currículos dos cursos superiores, em especial as licenciaturas em ciências naturais, devem discutir e propor atividades que problematizem as atitudes e crenças CTS que os estudantes possuem.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S., RYAN, A.G., FLEMING, R. W., **Views on Science-Technology-Society (VOSTS)**. Form CDN, Mc. 5, Canadá, 1989.

AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica. – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

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

FIRME, R. N., AMARAL, E. M. R. Investigando concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o

desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência e Educação**, v. 14, p. 251-269, 2008.

GRECCA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências: algumas questões para refletir, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.

NUNES, A. O., NUNES, A. O., DANTAS, J. M., HUSSEIN, F. G. S., OLIVEIRA, O. A., Atitudes e Crenças sobre as relações CTS-A o que pensam os professores de ciências do nordeste brasileiro. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia**, v. Extra, p. 1496-1500, 2011.

Varrendo o mofo 05/11/2013

Abra os livros

Que o mofo não destruiu a mensagem

Que o tempo pintou com cores novas

As antigas palavras

Lançadas para um leitor errante.

Abra os livros

Mas, sobretudo, abra a alma

Que um livro aberto espera reciprocidade.

Abra o livro que o aguarda

E dance com ele mais uma canção.

CAPITULO 6: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA GERAL

INTRODUÇÃO

No ensino de ciências defende-se a promoção da alfabetização científica (AC), embora sejam vários os significados atribuídos a esse termo. Essa defesa emana da necessidade de entendimento sobre ciência e tecnologia (C&T) que a população em geral passa a ter em função dos avanços técnico-científicos e de como esses têm interferido diretamente nas condições gerais de vida dessa população. Uma das interpretações sobre AC nos é dada por Chassot (2006), para quem a AC seria um “conjunto de conhecimentos que facilitariam ao homem e a mulher ler o mundo em que vivem.” Por outro lado, com um pensamento mais abrangente Cajas (2001) defende uma alfabetização que insira também o conhecimento tecnológico em seu escopo.

É neste contexto, que diante da necessidade de uma alfabetização científica para todos visando o exercício da cidadania, Solbes, Vilches e Gil-Pérez (2001) defendem as relações CTS como elemento fundamental.

As discussões de âmbito CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) vêm sendo analisadas e inseridas no ensino de ciências com vistas a proporcionar uma atitude crítica da população em relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos, bem como sobre seus usos. Desta forma, vem se discutindo os materiais didáticos e sua elaboração (SOLBES e VILCHES, 1989; SANTOS *et al.*, 2009), as concepções de estudantes (VÁZQUEZ ALONSO e MANASSERO MAS, 1997; VÁZQUEZ ALONSO e MANASSERO MAS, 2009); e as concepções de professores em formação inicial e continuada (VIEIRA e MARTINS, 2005; ACEVEDO DIAZ, 2001; NUNES e DANTAS, 2010; NUNES e DANTAS, 2012).

Os estudos CTS tem repercutido mais intensamente no contexto brasileiro a partir dos últimos anos, o que pode ser percebido em teses e dissertações produzidas na área (AULER, 2002; SILVA 2003; PINHEIRO, 2005), ou na referência a que os documentos norteadores do ensino médio fazem à abordagem do contexto social, tecnológico e ambiental no ensino de ciências naturais (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002).

Também se pode perceber o avanço das discussões de âmbito CTS através dos grupos de pesquisa dedicados à área, dentre os quais Mezalira (2008) identificou três de

maior atuação no país: a) Física e Engenharias (UFSC); b) Química (UNB); c) Biologia (USP).

Quando se particulariza o ensino de química, esta importância se faz sentir nas orientações curriculares oficiais, mas também nos livros escolhidos pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLDEM) 2012, no qual, três dentre os cinco livros de química escolhidos fazem referência direta ou indireta às relações CTS (LISBOA 2010; SANTOS *et al.*, 2010; REIS, 2010). Ainda assim, parece haver uma carência em propostas que dêem suporte a essa abordagem em contextos locais, ainda que já existam algumas iniciativas pontuais.

Dentro deste panorama, no capítulo atual tem-se como objetivo analisar se os livros de química geral apresentam as relações CTS em seus textos. Em coerência com os objetivos da tese de abordar os conceitos de ácido e base, foram selecionados apenas os capítulos que versassem sobre estes conteúdos.

PERCURSO METODOLÓGICO

A escolha dos livros que compuseram a amostra foi orientada pela 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 do Rio Grande do Norte, e por 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^a 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. Rio de Janeiro: LTC, 2007. – Capítulo 11 v.2

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.*, 2004) foram definidas seis categorias *a priori*. No entanto, durante a leitura flutuante, emergiram outras quatro categorias significativas para a análise, todas relacionadas na tabela 19.

Tabela 19: Categorias de Análise.

<i>Categorias a priori</i>	<i>Categoria a posteriori</i>
Conteúdo Químico (CQ)	Relação Química- Indústria (QI)
Relações CTS/ ou QSA	Explicações de fenômenos do Cotidiano (QC)
Relação Química – Sociedade (QS)	Relações Química – Biologia (QB)
Relação Química – Tecnologia (QT)	
Relação Química – Ambiente (QA)	
Contexto histórico-epistemológico (CHE)	Meta-Texto (MT) ¹⁴

Para uma melhor compreensão dos resultados e comparação entre os livros optou-se por realizar a análise segundo quatro seções: textos introdutórios (apresentação dos capítulos), corpo de texto (o capítulo propriamente dito), quadros complementares, exercícios e atividades.

¹⁴ 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.

Em sequência descrevem-se os resultados segundo as seções.

RESULTADOS

TEXTOS INTRODUTÓRIOS

Os livros de química geral apresentam, em sua maioria, textos introdutórios para os capítulos, nos quais são explicitados os conteúdos que serão trabalhados, a abordagem, ou ainda, sumarizada a sequência dos conceitos a serem estudados. Esta seção, presente na quase totalidade dos livros, é, portanto, o primeiro contato do leitor/estudante com o conteúdo. Aqui buscou-se saber se os autores dos livros faziam referência às relações CTS/QSA e se relacionam aos conteúdos a serem trabalhados.

Na análise desta seção nos livros já relacionados são encontradas diferentes abordagens, o que será detalhado nas tabelas 20 e 21. A partir dos dados coletados pode-se caracterizar em três grandes grupos:

- Livros que apresentam apenas conteúdo químico e meta-texto; (L3, L7, L8)
- Livros que apresentam a química em interface com outras ciências, principalmente a biologia; (L5)
- Livros que apresentam abordagens das relações CTS/QSA ou o contexto histórico-epistemológico da química. (L1, L2, L4, L6, L9)

O primeiro grupo formado pelos livros L3, L7 e L8 apresenta uma abordagem apenas do conteúdo químico, sem indicar qualquer relação com outro contexto, aplicações ou implicações desse conhecimento, cumprindo assim a função de apenas apresentar um resumo do capítulo que se segue. Pode-se constatar isso nos trechos extraídos das obras:

“Além disto, os produtos da reação entre ácidos e bases – os sais – desempenham também um importante papel no nosso equilíbrio eletrolítico.” (L3, p.204)

“Talvez não exista uma classe de equilíbrio tão importante quanto aquela envolvendo ácidos e bases. À medida que continuamos o estudo da química, percebemos que as reações ácido-base incluem uma vasta quantidade de transformações químicas.” (L7, p.104)

“Portanto, os princípios e problemas práticos tratados na próxima seção são de uso muito geral. Antes de abordarmos os problemas matemáticos dos equilíbrios ácido-base, devemos dedicar algum tempo na discussão da nomenclatura e classificação de ácidos, bases e sais.” (L7, p.104)

“Apesar desses equilíbrios poderem ocorrer no caso de sais pouco solúveis, eles são mais importantes no caso dos ácidos e bases fracas.” (L7, p.104)

Um fato relevante a ser considerado no tocante a duas dessas obras (L3 e L7) é que, dentre os livros analisados, estes são os dois mais antigos, editados respectivamente em 1992 e 1995, com a diferença de pelo menos uma década em relação aos demais livros (L1, L2, L4, L5, L6, L8 e L9). Essa diferença pode ser uma das causas da ausência de uma discussão sobre o impacto da química na indústria, meio ambiente e sociedade.

O segundo grupo de livros, representado apenas por L5, contém uma forte presença interdisciplinar no seu discurso, enfocando, principalmente, interações entre a química e as ciências biológicas. Mas, no que se refere a aspectos sociais, apenas no último parágrafo são registradas correlações desse tema com química, como se pode notar nos trechos relacionados a seguir:

“As folhas de ruibarbo contém uma quantidade muito grande desse ácido, de 3.000 a 11.000 partes por bilhão. O problema relacionado à ingestão de ácido oxálico é que ele interfere em elementos essenciais do corpo, como o ferro, o magnésio e, especialmente, o cálcio. O íon Ca^{2+} e o ácido oxálico reagem para formar oxalato de cálcio insolúvel, CaC_2O_4 ” (L5, p. 702)

“ Apesar do pequeno risco de se ingerir ruibarbo em excesso, essa planta é cultivada há milhares de anos, por causa de suas propriedades benéficas à saúde. Em particular, os herbalistas chineses utilizaram o ruibarbo na medicina tradicional há séculos. Na realidade, essa planta foi considerada tão importante que os imperadores da China, nos séculos XVIII e XIX, proibiram sua exportação.” (L5, p. 702)

Tabela 20: Resultados dos livros L3, L5, L7 e L8

Livro	Capítulo	Categorias Encontradas por parágrafo	%
L 3	7 - Ácidos, Bases e Sais	Único parágrafo com ênfase conceitual voltada aos efeitos dos ácidos e bases no organismo.	CQ – 100%
L 5	17 - Princípios de reatividade: a química de ácidos e das bases	P.1 Predominância de conteúdo químico com aspectos biológicos P.2 Relações biológicas com a química P.3 Relações biológicas com a química P.4 Relações CTS	QB – 75% CTS/QSA – 25%
L 5	18 - Princípios de reatividade: Outros aspectos do Equilíbrio Aquoso	P.1 Relações biológicas com a química P.2 Relações biológicas com a química P.3 Relações biológicas com a química P.4 Predominância de conteúdo químico P.5 Relações biológicas com a química	QB – 80% CQ – 20%
L 7	5 - Equilíbrio iônico em solução aquosa	P.1 Meta texto/ Conhecimento Químico P.2 Meta texto/ Conhecimento Químico P.3 Meta texto/ Conhecimento Químico P.4 Meta texto/ Conhecimento Químico	MT – 50% CQ – 50%
L8	3- Moléculas, Mols e Equações Químicas	Não apresenta texto introdutório	-
L8	12- Equilíbrio Químico	P.1 Meta texto/ Conhecimento Químico	MT – 50% CQ – 50%

O terceiro grupo, formado pelos demais títulos (L1, L2, L4, L6 e L9), apresenta, em maior ou menor proporção, aspectos relacionados à história, à epistemologia da química, ou diretamente às relações CTS/ QSA. Há, no entanto, grande variação entre a ocorrência nesses títulos. L1 e L2 apresentam certo equilíbrio entre o conteúdo químico (CQ) e a discussão das relações CTS/QSA, e ainda L2 apresenta uma pequena inserção dos aspectos histórico-epistemológicos.

“A saúde econômica de um país é freqüentemente medida pela intensidade de movimentação de capitais e do comércio de commodities. Produtos químicos – incluindo produtos farmacêuticos, agroquímicos e de uso doméstico – são um grande componente da atividade econômica de muitos países. Os ácidos e bases descritos neste capítulo são um dos principais constituintes da indústria química.” (L1 p. 83)

“Todas as indústrias orientadas para o consumo, que produzem cosméticos, alimentos, bebidas e produtos químicos para limpeza, empregam químicos conscientes de que o controle de

pH é muito importante para bens de consumo seguros e eficientes.” (L1 p.119)

“Quando químicos percebem que as reações de muitas substâncias têm características comuns, eles formulam uma definição simples que engloba todas essas substâncias. As reações de ácidos e bases são uma excelente ilustração dessa abordagem. Tais reações foram inicialmente identificadas nos estudos de soluções (...) A definição teve que ser substituída por uma definição mais ampla que contemplasse este novo conhecimento. Começaremos por ver como essas novas definições podem enriquecer nosso conhecimento das propriedades da matéria e, depois, como expressá-lo quantitativamente. (L2 p. 461)

Em oposição, L6 detém-se principalmente no contexto histórico-epistemológico do conteúdo, não dando ênfase ao conteúdo químico em sua seção introdutória.

“Como resultado de muitos anos de pesquisa e desenvolvimento, o homem descobriu e sintetizou milhões de compostos diferentes. Por uma questão de conveniência e praticidade, criou-se uma classificação, com base na estrutura e/ou no comportamento de cada um. Por razões históricas, esses compostos, foram divididos em inorgânicos: ácidos, bases, sais e óxidos.” (L 6 p.117)

A postura adotada na última obra também não contribui com uma perspectiva coerente com as relações CTS, à semelhança de L3, L7 e L8, pois se naqueles não se apresenta o contexto social-industrial-ambiental no qual o conhecimento químico é produzido, neste ao se apresentarem apenas enunciados gerais sobre a metodologia de trabalho da química, acaba por dissociar os conceitos de contexto.

Tabela 21: Resultados dos livros L1, L2, L4, L6 e L9

Livro	Capítulo	Categorias Encontradas	%
L 1	15 – Ácidos e bases: Uma outra visão	P.1 Predominância de conteúdo CTS;	CTS/Q
		P.2 Predominância de conteúdo químico;	SA – 33%
		P.3 Apenas conteúdo químico/ Meta texto.	CQ – 67%
L 1	16- Equilíbrios em soluções de ácidos e bases fracas	P.1 Predominância de conteúdo químico e interdisciplinar	CTS/Q
		P.2 Predominância de conteúdo químico.	SA – 33%
		P.3 Predominância de Relações CTS.	CQ –

			67%
L 2	10 - Ácidos e Bases	P1. Apenas conteúdo químico. P2. Conteúdo CTS/QSA com inserções sobre cotidiano. P3. Conteúdo químico apenas P4. Conteúdo químico apenas P5. Predominância do contexto histórico epistemológico com conteúdo químico em menor proporção.	CQ – 60% CTS/Q SA – 20% CHE – 20%
L 2	11 - Equilíbrio em água	P1. Predominância de conteúdo Químico P2. Predominância de relações QSA P3. Meta-texto P4. Predominância de conteúdo QSA P5. Predominância de conteúdo Químico P6. Predominância de conteúdo Químico	CQ – 50% MT – 17% CTS/Q SA – 33%
L 4	11 - Ácidos e Bases	P1. Predominância do contexto histórico-epistemológico P2. Predominância do conteúdo químico P3. Predominância do conteúdo químico P4. Predominância do conteúdo químico P.1 Predominância de Contexto histórico-epistemológico P.2 Predominância de Contexto histórico-epistemológico	CQ – 75% CHE – 25%
L 6	5 – Compostos inorgânicos	P.3 Predominância de Contexto histórico-epistemológico P.4 Meta texto	CHE – 75% MT – 25%
L 9	16- Equilíbrio ácido-base	P1. Predominância de relações CTS P2. Meta texto	CTS/Q SA – 50% MT – 50%
L 9	17 - Aspectos adicionais dos equilíbrios químicos aquosos	P1. Predominância de discurso Química no Ambiente P2. Meta texto	QA – 50% MT – 50%

Quando comparados com a literatura, os dados aqui apresentados contrastam fortemente. Ainda que a maior parte dos trabalhos encontrados seja voltada para livros de ensino médio (SÁ e SANTÍN FILHO, 2009; ABD-EL-KHALICK, WATERS E LE, 2008), esses questionam a ausência de aspectos CTS na maior parte dos livros, ou a presença de uma abordagem positivista da ciência.

Malaver *et al.* (2004), ao analisarem os capítulos sobre modelo atômico em livros texto de química geral utilizados na Venezuela, encontram poucas ocorrências de discussão sobre aspectos histórico-epistemológicos ou das relações CTS. Cabe ressaltar que nesse último trabalho foram analisados os textos em sua integralidade, e não apenas os textos introdutórios como aqui apresentados.

CORPO DO TEXTO

Nesta seção foi analisado todo o conteúdo de texto encontrado ao longo do capítulo e que não se configuram dentro das três outras seções. Há aqui também a ressalva de que a apresentação dos resultados é feita de maneira diversa tanto nesta como na seção seguinte, onde se preferiu descrever o conteúdo de cada livro, e trazer ao final os dados sintetizados na tabela 22.

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 apresentados ao longo do texto quase nenhuma referência a outros contextos que não o estritamente conceitual.

Pode-se perceber isso nos valores encontrados na tabela 22, onde 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 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 a 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 (...)” p. 84.

Como se pode notar no trecho, que é representativo, o autor apenas cita de maneira descontextualizada a data e o cientista 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.

LIVRO 2:

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

Como pode ser percebido na tabela 22, 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 (...) p. 485

Como se pode notar nesse trecho, mas também nas demais inserções de elementos contextuais, 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, é feito 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.

LIVRO 3:

O livro 3 apresentou poucos parágrafos com referência a contextos externos a química, contudo, tendo-se em vista que este livro foi um dos que não tinha 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 abordam o contexto histórico-epistemológico (2,7%) e um parágrafo (1,3%) fala de aspectos tecnológicos associados ao conhecimento químico.

Tendo em vista que o livro se propõe para os estudantes de ciências da saúde, percebe-se a ênfase em aspectos biológicos, como se pode notar nos trechos 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 (...)”
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) (...)” 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 (...)” p 212

E, por fim, destaca-se a referência ao equipamento pHmetro, como uma forma de inserção dos aspectos tecnológicos relacionados à química, no 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 (...) p 216

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 algum 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 do 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 (...) 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.

LIVRO 5:

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

Em ambos os capítulos 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. 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.

LIVRO 6:

Já o livro 6 à semelhança de outros 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%) Meta-texto (0,8%).

Merece 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 fizeram. Uma exceção à 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 ocorrem em soluções aquosas. p.118.

Aqui nota-se a preocupação em apresentar limitações do conceito ácido-base em questão, apenas acrescentando a ideia expressa anteriormente no início do capítulo de que existem vários conceitos ácido-base que possuem limitações.

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 nem 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 NO_3^- , como, por exemplo, o nitrato de amônio (NH_4NO_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 (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. p. 124

LIVRO 7

Como esperado tendo-se em vista o texto de apresentação o livro 7 apresenta quase que exclusivamente os 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. (...) 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 (...) 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%).

LIVRO 8

O livro em questão quase não apresenta relação com as categorias de análise. Dentre os onze parágrafos de texto referente 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. 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 (...) p. 503

Nota-se, nesse trecho, que mesmo no único parágrafo a abordar o contexto histórico-epistemológico 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.

LIVRO 9:

Por fim, o último livro analisado segue o mesmo padrão dos demais. Nos dois capítulos que compuseram o corpus de análise repetem uma baixa aparição de um contexto para os conceitos abordados. A tabela 22 apresenta os valores de frequência de cada categoria.

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 (...) 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 Fe₂O₃ não é anfótera e permanece como sólido. O hidróxido de alumínio é, depois, precipitado pela adição de um ácido (...) 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.

Tabela 22: Frequência das categorias no corpo do texto

Livro/ Capítulo	Número total de parágrafos analisados	Frequencia das categorias
Livro 1- Capítulo 15	80	CQ – 95%; CHE – 2,5%;

		MT – 1,25%; QT – 1,25%.
Livro 1- Capítulo 16	95	CQ- 95,8%; MT- 3,2%; QB – 1%
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%; QT – 3,7%; QC – 3,7%; QB – 1,8%; MT – 1,8%.
Livro 3 – Capítulo 7	75	CQ – CHE - ; QC - ; QB; CQ – 98,2%; CHE – 1,8%;
Livro 4 – Capítulo 11	285	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%; QC – 2,5%; MT, 1,25%; QB – 1,25%
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%; QI/QA – 9%
Livro 8 – Capítulo 12	20	CQ – 95%; CHE – 5%

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%

QUADROS

O parágrafo a seguir discute a terceira análise, a categoria de quadros dos livros pesquisados.

Nesta seção foram analisados os quadros que são inseridos na maior parte dos livros para acrescentar conhecimentos “extras”. Foram considerados nesta categoria apenas quadros de “página inteira”, excluindo-se os pequenos quadros que são inseridos à margem do texto.

LIVRO 1

O primeiro livro analisado apresenta nove quadros no capítulo 15 e dezesseis quadros no capítulo 16. Em ambos tem-se uma maior proporção de quadros trazendo exercícios resolvidos ou questionamentos. Há, contudo, em cada um dos capítulos um quadro que traz informações sobre contextos externos ao conhecimento conceitual da química. No primeiro caso, o autor busca ilustrar a presença das substâncias ácidas e básicas em piscinas, aquários e flores, apresentando aspectos cotidianos, mas também apresentando aspectos tecnológicos do uso dos conhecimentos químicos e com a mesma ênfase, e no capítulo seguinte relaciona os tampões ao seu uso tecnológico em piscinas.

LIVRO 2

Como em outros que são analisados em sequência, o livro em questão apresenta um grande número de quadros com exercícios resolvidos para exemplificação. No capítulo 10, apenas um quadro entre os vinte e dois encontrados não tem essa função, pois este quadro não se refere a exercícios resolvidos, destacando-se por ser o único

quadro entre todos os livros a apresentar uma abordagem considerada CTS, por apresentar aspectos ambientais, sociais e tecnológicos de maneira articulada e visando uma compreensão mais sistêmica. Vejam-se os seguintes trechos:

Um exemplo do impacto humano sobre o meio ambiente é o efeito da chuva ácida sobre a biodiversidade, a diversidade das coisas vivas.” p. 490

Os conversores catalíticos, agora usados nos automóveis, podem reduzir NO ao inofensivo N₂. Eles são obrigatórios nos Estados Unidos para todos os carros e caminhões novos (...) p. 491

Neles pode-se perceber uma preocupação de ligação entre a ação humana com o ambiente e sua relação mediada pela tecnologia e regimentada por leis.

Adicionalmente na mesma obra, o capítulo 11 apresenta quinze quadros com exercícios resolvidos e um quadro trazendo informações sobre o papel dos tampões fisiológicos e sua importância para o funcionamento do corpo humano.

LIVRO 3

O livro em questão apresenta apenas dois quadros ao longo do capítulo que trata de ácidos e bases. Enquanto o primeiro volta-se à proposição de um experimento (produção de um indicador ácido-base com extrato de repolho roxo), o segundo apresenta a acidose e alcalose, problemas de saúde relacionados ao desequilíbrio do pH no organismo humano. Veja-se as frases a seguir retiradas do segundo quadro:

Os tampões do plasma sanguíneo são as primeiras defesas do corpo humano contra mudanças do pH interno. Como descrito (...)” p. 229

A acidose respiratória ocorre às vezes em pessoas com pneumonia, enfisema, poliomielite, ou em pacientes anestesiados, porque estas condições podem interferir na respiração. Seu nível de H₂CO₃ sobe porque CO₂ suficiente não é exalado (...) p. 229

Pode-se notar que há a intencionalidade de proporcionar significado aos conceitos estudados dentro da futura área de atuação dos estudantes, conforme expresso no subtítulo do livro. Não expandindo esta iniciativa para outras áreas do conhecimento.

LIVRO 4

O livro 4 apresentou ao todo doze quadros ao longo do texto, contudo em sua grande maioria (onze) os quadros apresentavam apenas exercícios resolvidos sobre o tema. Dentre esses onze, dois quadros citavam substâncias de uso cotidiano (refrigerantes, vinagre, suco de limão) citando seus pH's, sem fazer qualquer relação com essa propriedade e aspectos de seus usos ou produção industrial.

Um único quadro destaca-se dos demais, do qual retirou-se o trecho a seguir:

Tampões são muito importantes em organismos vivos por manterem o pH dos fluidos biológicos dentro das faixas muito estreitas necessárias para as reações bioquímicas dos processos associados à vida. (...) p. 83

Como se pode perceber neste o autor traz informações sobre como as soluções-tampão exercem um papel importante nas funções biológicas do corpo humano e quais os principais equilíbrios envolvidos.

LIVRO 5:

Comparativamente com outros livros o quinto analisado apresenta poucos quadros ao longo do texto. Ao todo são quatro no capítulo 17 e três no capítulo 18. E mais uma vez, conforme já visto acerca dos textos introdutórios desta obra, há nela destaque para a relação entre a química e a biologia. Percebe-se isso na discussão de um quadro no capítulo 17, que aborda a ação dos hormônios adrenalina e serotonina, bem como sua relação com ácidos e bases, e no capítulo 18, outro quadro que traz a importância dos tampões do ponto de vista da bioquímica.

LIVRO 6:

O livro em questão apresenta um único quadro associado aos conceitos tratados aqui nesta tese. Percebe-se neste quadro uma predominância de aspectos CTS, onde se discute a questão da chuva ácida. Como no trecho a seguir:

Um grande problema ambiental é a questão da chuva ácida. A água da chuva normalmente é ácida por causa do gás carbônico (...) Esses gases são 'despejados' na atmosfera das seguintes maneiras: expelidos diretamente de reservatórios magmáticos do interior da Terra por meio dos vulcões; na queima de enxofre presente na gasolina; em atividade industrial de obtenção de ferro e cobre a partir dos minérios FeS_2 e CuS ; na produção de

ácido sulfúrico; na queima de qualquer substância que tenha enxofre em sua estrutura (...) *pp.* 142

Ainda que se avalie como positiva a inserção do conteúdo deste quadro, tendo-se em vista que aborda parcialmente relações CTS/QSA, o mesmo aparece da mesma maneira que nos outros livros já analisados – sem vínculos com o corpo do texto o que não favorece sua valorização dentro do contexto da obra.

LIVRO 7:

Não apresenta quadros e/ou boxes complementares

LIVRO 8:

No tocante aos quadros apresentados no texto, foram encontrados dois em cada capítulo (3 e 12). Em ambos os casos os quadros traziam exercícios resolvidos, que continham apenas aspectos conceituais da química, sem qualquer referência a outros aspectos.

Aqui se faz uma ressalva. O livro em sua totalidade apresenta vários quadros trazendo aspectos das relações do conteúdo químico dentro do contexto da engenharia. O que fora observado nos capítulos analisados, mas os capítulos não abordam apenas os conceitos de ácidos e bases, de forma que os quadros apresentados ao final do capítulo tratam de outros conceitos.

LIVRO 9:

O último livro apresenta com maior frequência quadros que inserem os conceitos estudados em um contexto. O capítulo 16 apresenta do total de vinte e três quadros, três abordam aspectos cotidianos do uso de ácidos e bases, e um que traz aspectos biológicos. Ao passo que no capítulo 17 dentre dez quadros, dois apresentam simultaneamente aspectos biológicos e cotidianos, e um quadro apresenta aspectos tecnológicos. São representativos de essas inserções os trechos a seguir, retirados respectivamente do capítulo 16 e 17:

Muitos medicamentos, incluindo quinina, codeína, cafeína e anfetamina (BenzedrinaTM), são aminas. Como outras aminas,

essas substâncias são bases fracas; o nitrogênio da amina (...) p. 591

O íon Fluoreto, presente na água potável, na pasta de dentes e em outras fontes, pode reagir com a hidroxiapatita para formar a fluapatita (...) porque o íon fluoreto é uma base de Bronsted-Lowry muito mais fraca que o íon hidróxido. p. 637

A seguir a análise da última categoria, os exercícios e atividades.

EXERCÍCIOS

Os livros de química geral comumente apresentam extensas listas de questões ao final dos capítulos, cujo objetivo seria a possibilidade do estudante verificar sua aprendizagem em relação ao conteúdo, bem como exercitar habilidades procedimentais de resolução das atividades.

Dessa forma, no presente trabalho pretende-se analisar os exercícios propostos nos capítulos que abordam os conceitos de ácidos e bases em nove livros de química geral voltados ao ensino superior.

Ao se analisar os exercícios nos capítulos selecionados de química geral, pretendia-se entender a importância atribuída às relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Química-Sociedade-Ambiente (QSA) dentro das referidas obras. Não se esperava, a princípio, um grande número de questões, mas uma presença constante e coerente com os textos de apresentação já analisados anteriormente (NUNES *et al.*, 2012).

Ao todo foram analisados oitocentos e oito exercícios constantes nas listas dos livros analisados e, como se pode notar na tabela 23. os exercícios encontrados quase não inserem aspectos sociais, industriais ou ambientais no texto de suas questões.

Ressalta-se apenas a categoria Explicações de fenômenos do Cotidiano (QC), que aparece em pequena frequência, na maior parte dos livros. Tem-se a seguir um trecho representativo extraído de L1:

“O ácido bórico é muito venenoso, sendo usado como isca para formigas (para matar colônias desse inseto) e para envenenar baratas. Trata-se de um ácido fraco cuja fórmula é comumente escrita como $B(OH)_3$. Funciona não como um ácido de Bronsted, mas como um ácido de Lewis. Usando estruturas de Lewis, mostre como $B(OH)_3$ pode se ligar a uma molécula de água, levando o produto resultante a se comportar como um ácido de Bronsted fraco.” p. 115

Cabe explicitar que foram classificados como QC textos que apresentassem explicações e/ou informações sobre acontecimentos corriqueiros e diários, sem ênfase em aspectos ambientais, sociais ou industriais, como pode-se perceber no trecho citado.

Tabela 23: Frequência das categorias nos livros

Livro	Capítulo	Categoria (%)	Número de Questões
Livro 1	Capítulo 15	QA– 3,1%; CQ – 100%; QC– 1,0%; QB – 1,0%	98
	Capítulo 16	CQ – 100%; QC – 8,9%; QI – 5,4 %; QB – 3,6%; CHE- 0,9%	112
Livro 2	Capítulo 10	CQ – 100%; QC – 1,7%; QB – 0,8%; QI – 3,4%; QSA – 0,8%; QA – 1,7%	119
	Capítulo 11	CQ – 100%; QC 5,7%; QB – 2,8%; QSI – 1,4%	70
Livro 3	Capítulo 7	CQ – 100%; QC – 1,2%	83
Livro 4	Capítulo 11	CQ – 100%; QC – 1,3%; CHE – 1,3%; QSA – 0,7%	156
		QA – 0,7 %; QB – 0,7%	
Livro 5	Capítulo 17	CQ – 100%; QC – 3,3%; QB – 3,3%; QI – 1,7%	60
Livro 6	Capítulo 18	CQ – 100%; QC – 3,8%; QB – 1,9%	53
Livro 7	Capítulo 5	CQ – 100%; QI – 8,3%; QA – 8,3%	12
Livro 8	Capítulo 5	CQ – 100%; QB – 3,8%	26
	Capítulo 3	CQ – 100%	3
	Capítulo 12	CQ – 100%; QI – 19,0%	16
Livro 9	Capítulo 16	CQ – 100%; QC – 9,6%; QB – 7%	115
Livro 9	Capítulo 17	CQ – 100%; QC – 0,9%; QB – 1,8%	59 ¹⁵

Também merece destaque a Relação Química-Ambiente (QA), em função de sua importância no contexto de crise socioambiental no qual a química tem um papel central, ainda que sua aparição seja restrita nos textos. Apenas os livros L1, L2, L4 e L6 apresentam ao menos uma questão que faça menção à categoria..

“A ‘chuva ácida’ se forma quando a chuva cai sobre ar poluído por óxidos de enxofre e de nitrogênio, que se dissolvem formando ácidos H_2SO_3 , H_2SO_4 e HNO_3 . As árvores e plantas são afetadas se a chuva ácida apresentar pH igual ou inferior a 3,5. Qual é a concentração do íon hidrogênio em uma chuva ácida cujo pH é 3,16? Qual o é pH de uma solução que contenha duas vezes a concentração de íon hidrogênio que você calculou?”(L1 p. 117)

¹⁵ O capítulo possui noventa e cinco exercícios ao todo, contudo, apenas 59 tratam de ácidos ou bases.

Sobre essa categoria, é interessante ressaltar que a maior parte das menções fica restrita à chuva ácida, com quase nenhuma citação de outros aspectos ambientais, nos quais o equilíbrio ácido-base desempenhe seu papel.

Outra categoria de frequência significativa nas obras foi a Relação entre a Química e a Indústria (QI). Esta surgiu da leitura do material, e foram enquadrados nela os textos em que se fazia menção explícita aos processos industriais de maneira mais ampla, incluindo relações de uso daquela tecnologia. Pode-se perceber isso no trecho extraído de L6:

“Uma área agrícola foi adubada com amônia, nitrato e fosfato de amônio. Na amostra das águas residuais da irrigação dessa área verifica-se que a concentração de íons $\text{OH}^-(\text{aq})$ é igual a $8 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, a 25°C . Qual é o pH da amostra?” pp. 145

Aqui nota-se uma questão que se configura como uma situação problemática envolvendo um sistema agroindustrial. Mesmo sem levar a uma maior reflexão sobre o tema, insere a questão dentro de um contexto possível para a aplicação do conhecimento estudado.

Quando se compara os resultados deste trabalho com a análise dos textos introdutórios das mesmas obras (NUNES *et al.*, 2012), percebe-se uma aparente contradição: apesar de considerar e apresentar a importância das relações CTS/QSA no início dos capítulos, os autores não inserem atividades relativas a esses conhecimentos.

Contudo, esses dados são coerentes com o estudo de Malaver *et al.* (2004), no qual os pesquisadores encontraram escassa referência à relação CTS nas atividades de livros de química geral utilizados em seu país.

Há que se ressaltar que, mesmo as questões que trazem elementos CTS/QSA ou aspectos de contextualização, o fazem de maneira meramente ilustrativa, como uma introdução ao problema/exercício, não sendo necessário compreender as relações para sua resolução.

Nota-se esse procedimento claramente no texto de L4:

“O ácido fórmico (HCO_2H) foi isolado inicialmente pela destilação destrutiva de formigas. Na realidade, o nome tem origem na palavra latina formi para ‘formigas’. Calcule as concentrações de HCO_2H , HCO_2^- e H_3O^+ em uma solução 0,100 M de ácido fórmico em água. (Para o HCO_2H , $K_a = 1,8 \times 10^{-4}$)” p. 91

Outras categorias apareceram com uma frequência ainda menor, e a abordagem é semelhante às demais, sempre trazendo conhecimento descontextualizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leitura dos capítulos relacionados aos conceitos centrais da tese revelou que os livros de química geral voltados ao ensino superior e que são utilizados no contexto 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.

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

- a) Os textos introdutórios são as seções onde aparecerem em maior proporção os contextos histórico-epistemológico, ambiental, econômico e a contextualização com base no cotidiano;
- b) Os livros inserem também informações sobre as categorias de interesse em quadros isolados do texto, ainda que estas sejam relevantes permaneçam isoladas sem se notar relação com os demais conceitos e os conteúdos abordados no capítulo;
- c) 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 Contexto Histórico-Epistemológico (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) Ou, que cada professor tivesse condições de individualmente 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**, v. 45, n. 7, 2008, 835-855.

ACEVEDO DIAZ, J. A. **La formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria para la Educación CTS. Una cuestión problemática**, 2001. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm> acessado em 10/11/2008.

AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese de Doutorado em educação Científica e Tecnológica. – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. MEC: Brasília, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. MEC: Brasília, 2002.

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

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

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

LISBOA, J. C. F. **Ser Protagonista: Química**. SM Editora: São Paulo, 2010.

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**, v.22. n. 3, 2004, 441-454.

MEZALIRA, S. M. **Enfoque CTS no Ensino de Ciências Naturais a partir de publicações em eventos científicos no Brasil**. Unijuí: Ijuí, 2008. (Dissertação de Mestrado).

NUNES, A. O., DANTAS, J. M., HUSSEIN, F. R. G. S., OLIVEIRA, O. A. **Análise de Conteúdo CTS/QSA em livros de Química Geral**. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, Salvador, 2012.

NUNES, A. O., DANTAS, J. M. As relações ciência–tecnologia–sociedade–ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química, **Educación Química**, v. 23, n. 1, 2012, 85-90.

NUNES, A. O., DANTAS, J. M., **Atitudes dos licenciandos em Química da cidade de São Miguel-RN sobre as Relações CTSA**. Anais do II Seminário IberoAmericano de CTS no Ensino de Ciências, Brasília, 2010.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. UFSC: Florianópolis, 2005 (Tese de doutorado).

REIS, M. **Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia**. FTD: São Paulo, 2010.

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

SANTOS, W. L. P. dos, MÓL, G. S., SILVA, R. R., CASTRO, E. N. F. DE, SILVA, G. de S., MATSUNAGA, R. T., SANTOS, S. M. DE O., DIB, S. M. F., Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educación Química**, n. 3, 2009, 20-28.

SANTOS, W. L. P. DOS, MÓL, G. S., SILVA, R. R., CASTRO, E. N. F. DE, SILVA, G. DE S., MATSUNAGA, R. T., SANTOS, S. M. DE O., DIB, S. M. F., FARIAS, S. B., **Química Cidadã**. Nova Geração: São Paulo, 2010.

SILVA, M. G. L. **Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial**, UFRN: Natal, 2003 (Tese de doutorado).

SOLBES, J., VILCHES, A. Interacciones Ciencia, Técnica, Sociedad. Un instrumento de cambio actitudinal. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 1, 1989, 14 -20.

SOLBES, J., VILCHES., A., GIL-PÉREZ, D., **Formación del Profesorado desde El enfoque CTS** in: Membiela, P. (org.). Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

VÁZQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M.A., Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, **Enseñaza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, 1997, 199 - 213.

VÁZQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M.A., La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología, **Enseñaza de las Ciencias**, v. 27, n. 1, 2009, 33 - 48.

VIEIRA, R. M., MARTINS, I. P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade, **Revista CTS**, v. 2, n. 6, 2005, 101 - 121.

As mãos do artífice 28/06/2014

O artesão é um pouco da peça que faz
O músico se faz pela sinfonia que toca
E a bailarina nasce no momento que dança.

Mas a estátua do artífice muito tem do seu autor
Há nela o rebuscado traço de suas angústias
E a solidez de sua alma.

Não pode ser perfeita a peça
Visto que o construtor guarda nela suas imperfeições.

CAPÍTULO 7: PROPOSTA DE UM MATERIAL DIDÁTICO

INTRODUÇÃO

A produção de materiais didáticos com caráter inovador tem sido uma temática frequente na educação em ciências, e por consequência no ensino de química. Como exemplo disto, tem-se os trabalhos de Retondo (2004), Dantas (2006), Nunes (2010) Silva Júnior (2011). Nesse contexto, como existe uma diversidade de enfoques, de níveis e de abordagens nessas propostas, também surgiram diversas formas para avaliações dos materiais, tais como: aplicação direta feita pelo pesquisador; aplicação do material por um colaborador; e análise por especialistas. Como instrumentos para coleta de dados nessas avaliações têm sido usados observações, entrevistas individuais ou em grupos focais, questionários e formulários.

Em paralelo, a avaliação de materiais didáticos dentro do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade é um tema recorrente em diversos trabalhos, com abordagem que vai desde a avaliação de materiais didáticos comerciais (NUNES *et al.*, 2012; AGUINAGA e FACHÍN-TERÁN, 2008; MALAVER, PUJOL e D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, 2004; SÁ e SANTIN FILHO, 2009) até a avaliação de propostas experimentais e elaboradas com o referencial teórico CTS (ZUIN *et al.*, 2008; FIRME, AMARAL e BARBOSA, 2008; SILVA e MARCONDES, 2010).

Neste trabalho, inicialmente optou-se pela análise por especialistas, que foi a metodologia utilizada por Duarte (2006), Martins (2007) e Pereira (2008), enviando-se o material para ser avaliado por professores que ministram a disciplina alvo do trabalho. Posteriormente, essa intenção foi revista, incluindo-se professores de disciplinas de Ensino de Química, e técnicos de química que atuam na preparação de aulas experimentais, uma vez que a avaliação desses poderia contribuir para uma visão global da proposta. Assim, esperava-se que os professores de química geral contribuíssem do ponto de vista conceitual e viabilidade da proposta, os professores de ensino de química principalmente sobre a adequação da proposta ao enfoque CTS e coerência com os estudos no âmbito da Didática das Ciências, e os técnicos pudessem avaliar as propostas experimentais.

PERCURSO METODOLÓGICO

A elaboração do material didático proposto nesta tese teve, como elementos balizadores, a fundamentação teórica e as conclusões das análises relatadas nos capítulos anteriores.

Neste cenário, pretende-se que o material elaborado possa ser usado como complementar na disciplina química geral suprindo as ausências nos livros didáticos das abordagens sobre os conceitos dos ácidos e das bases num contexto CTS.

O material didático elaborado no presente trabalho foi dividido em quatro módulos, distribuídos da seguinte maneira:

- Módulo Introdutório: As relações CTS e a Educação Científica
- Módulo 1: Alguns fatos históricos sobre os ácidos e as bases;
- Módulo 2: Problemas ambientais envolvendo a Água – Contexto para os ácidos e bases segundo o conceito de Arrhenius;
- Módulo 3: Catalisando reações - Contexto para ácidos segundo a definição de Bronsted-Lowry e Lewis

O módulo introdutório foi uma sugestão direta da banca de qualificação do trabalho e, por tanto, não possui a mesma estrutura dos demais, configurando-se como uma reflexão teórica sobre os fundamentos e conceitos balizadores da proposta dos demais módulos.

Os módulos foram elaborados em formato que os tornam independentes, possibilitando o seu uso em sala de aula conforme a intenção do professor, abordando aspectos diversos das relações CTS. Mesmo assim, existem princípios comuns que se buscou manter, os quais são:

- 1- Presença de exercícios e atividades que abordassem as relações CTS, uma vez que nos livros textos de Química Geral para o ensino superior quase inexistem.
- 2- Referência direta em cada módulo aos conceitos de ácido e base abordados, buscando trabalhar cada conceito dentro de um contexto de relações Ciência-Tecnologia-Sociedade diferente.
- 3- Proposição de experimentos em consonância com o contexto abordado, uma vez que se entende a química como uma ciência experimental.

Por fim, destaca-se que se buscou em cada módulo trazer referência a uma tradição de pesquisa CTS. Assim, o Módulo 1, que é voltado aos aspectos epistemológicos e históricos, relaciona-se de maneira mais próxima com a tradição europeia, muito centrada inicialmente nesses dois aspectos.

O Módulo 2, no qual há um destaque para questões socioambientais, intenta aproximar-se da vertente norte-americana, muito preocupada com as consequências do uso da ciência e tecnologia.

No Módulo 3, procurou-se aproximar-se da tradição latino-americana e sua preocupação com a relação entre a ciência e o desenvolvimento econômico nos países subdesenvolvidos.

A seguir é apresentado o roteiro de análise com o qual os avaliadores emitiram parecer sobre o material.

O mesmo foi elaborado pelo autor contendo três dimensões:

- Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino
- Dimensão 2: Adequação Conceitual
- Dimensão 3: Contribuição do material

Após a elaboração do instrumento esse foi validado com os três orientadores da tese¹⁶.

¹⁶ O Módulo Introdutório não foi avaliado por ter sido inserido após o envio dos questionários, mediante a sugestão da banca de qualificação da tese de que houvesse um módulo para explicar os fundamentos da perspectiva CTS adotada nos demais.



Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Programa de Pós-Graduação em Química
Instituto de Química

Caro professor,

O material que você irá avaliar é parte da tese de doutorado “Um Estudo sobre a disciplina Química Geral para as licenciaturas em Ciências Naturais: Objetivos e Perspectivas a partir do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)¹⁷”, desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ-UFRN) sob a orientação do professor Dr. Ótom Anselmo de Oliveira (UFRN) e co-orientação das professoras Dra. Josivânia Marisa Dantas e Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein (UTFPR).

Tendo em vista que todos os módulos são independentes, pedimos que a análise seja feita em separado para cada um deles.

Desde já agradecemos pela sua colaboração.

Grato pela sua participação,
Albino Oliveira Nunes (Doutorando)

¹⁷ O título da tese foi alterado após o envio dos questionários. Aqui optou-se por manter o formato original, tal como enviado aos avaliadores.

Caracterização do Avaliador

Graduação: _____
Mestrado: _____/Doutorado: _____
Disciplinas que ministra/ nível: _____
Instituição que trabalha: _____

Roteiro de Análise

Modulo 1: Aspectos históricos sobre os ácidos e as bases

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

- 1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?
- 2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?
- 3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?
- 4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

- 1- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.
- 2- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

- 1- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?
- 2- Quais os pontos falhos do módulo?
- 3- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?
- 4- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

Módulo 2: Problemas ambientais envolvendo a Água – Contexto para os ácidos e bases segundo o conceito de Arrhenius

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

- 1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?
- 2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?
- 3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?
- 4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

1- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

2- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

1- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

2- Quais os pontos falhos do módulo?

3- Que pontos, conceitos, imagens poderia ser acrescentados para melhorar o material?

4- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

Módulo 3: Catalisando reações - Contexto para ácidos segundo a definição de Bronsted-Lowry e Lewis

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

1- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

2- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

1- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

2- Quais os pontos falhos do módulo?

3- Que pontos, conceitos, imagens poderia ser acrescentados para melhorar o material?

4- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

CARACTERIZAÇÃO DOS AVALIADORES

Os módulos (em sua versão inicial) e roteiros de avaliação foram enviados a doze professores/pesquisadores que atuam em quatro instituições públicas, federal ou estadual, de ensino no estado do Rio Grande do Norte (UERN, UFRN, IFRN e UFERSA). Desses 12 avaliadores escolhidos, se obteve o retorno de nove. A seguir apresenta-se a descrição da formação dos avaliadores.

O grupo final foi composto por cinco mulheres e quatro homens, dentre os quais cinco eram doutores, três doutorandos e um mestre. Todos possuíam formação inicial em química, sendo sete licenciados em química, um engenheiro químico e um químico industrial. A atuação profissional desses é diversificada, sendo cinco professores universitários, dois professores de ensino básico, técnico e tecnológico, um pesquisador de pós-doutorado e um técnico de laboratório. Dentre esses, três ministram disciplinas da área de ensino de química, quatro ministram disciplinas de química geral ou orgânica, e dois não atuam ainda como docentes, mas atuam como técnicos de laboratório, e, portanto, poderiam fazer contribuições do ponto de vista dos experimentos.

Dentro deste grupo, seis possuíam formação em nível de pós-graduação na área de ensino de química/ciências e três pós-graduação em outras áreas da química (engenharia de materiais, catálise e química orgânica).

Ao longo deste capítulo, o nome dos avaliadores foi substituído por nomes de cantores de música popular brasileira para manter o anonimato das avaliações individuais, que estão colocadas no anexo desse capítulo. A relação dos avaliadores e seu perfil de formação e atuação é apresentado na tabela 24, e o módulo corrigido por eles é apresentado na tabela 25, a seguir:

Tabela 24: Perfil dos Avaliadores

Avaliador	Formação Inicial	Pós-Graduação	Atuação
Maria Rita	Licenciatura em Química	Doutorado em Educação	Docente em Ensino de Química
Chico Buarque	Licenciatura em Química	Mestrado em Química/ Ensino de Química	Docente de Química e áreas afins
Caetano Veloso	Licenciatura em Química	Mestrado em Ensino de Ciências	Docente em Ensino de Química
Elis Regina	Licenciatura em Química	Doutorado em Ciências	Docente de Química e áreas afins
Djavan	Licenciatura em Química	Mestrado em Química	Técnico de laboratório
Rita Lee	Licenciatura em Química	Mestrado em Química Orgânica	Docente de Química e áreas afins
Gilberto Gil	Engenheiro Químico	Doutorado em Eng. de Materiais	Docente em Química e áreas afins
Maria Bethânia	Licenciatura em Química	Doutorado em Química	Docente de Ensino de Química
Milton Nascimento	Bacharelado em Química Industrial	Doutorado em Química	Técnico de Laboratório

Tabela 25: Avaliadores por módulo

Avaliador	Módulo
Caetano Veloso	
Chico Buarque	Módulo 1
Maria Rita	
Elis Regina	
Djavan	Módulo 2
Rita Lee	
Giberto Gil	
Milton Nascimento	Módulo 3
Maria Bethânia	

O módulo introdutório não foi avaliado por tratar-se de uma recomendação feita pela banca de qualificação do trabalho, e não houve, portanto, tempo hábil para sua

avaliação. Além de tratar-se de um módulo teórico sobre os estudos CTS e sobre sua repercussão no ensino de ciências.

AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

Como se pode perceber nos roteiros em anexo, todos os avaliadores afirmaram que o material é condizente com a disciplina “Química Geral”, e que sua linguagem é condizente com esse nível de formação. Encontra-se apenas uma ressalva na avaliação da professora Elis Regina: “*em algumas partes, penso que os estudantes deverão realizar leituras complementares antes, ou simultaneamente.*”

Foram, também, apontadas outras disciplinas nas quais o material eventualmente poderia ser utilizado. Sintetiza-se essas indicações na tabela 26 a seguir, segundo o módulo.

Tabela 26: Disciplinas indicadas

Módulo	Disciplinas apontadas
Módulo 1	Química (Ensino Médio), Instrumentação para o Ensino de Química (modalidade EaD); Ensino de Química II e História e Filosofia da Química, outras disciplinas em que os conteúdos de ácidos e bases são abordados.
Módulo 2	Química Ambiental, Química biológica, Química aplicada à engenharia, Química inorgânica, Química Experimental, Poluição Ambiental, Química I (Ensino Médio) e Química Analítica
Módulo 3	Química Inorgânica, Química tecnológica (talvez), Físico-Química Geral e Química Ambiental.

Inicialmente, esperava-se que fossem apontados um número pequeno de disciplinas para cada módulo, e o resultado mostrou-se surpreendente e promissor, ainda que não seja a intenção inicial do material.

Nesse grupo, destaca-se a resposta da pesquisadora Maria Bethania, que faz a ressalva de que “*esse módulo (3) poderia ser utilizado como material de leitura inicial para a disciplina de química inorgânica básica, como forma de revisar os conteúdos neles abordados para posteriormente vê-los na disciplina de forma mais aprofundada.*” Essa afirmação corrobora a ideia do módulo como um material complementar ou de apoio às disciplinas.

Por fim, ressalta-se a resposta do professor Gilberto Gil para o qual “*O módulo é interessante para complementar disciplinas como química ambiental, físico-química geral e, principalmente, uma disciplina inexistente nas grades que seria ética química e sociedade.*” Aqui percebe-se que o módulo conseguiu suscitar a discussão do papel da química no contexto social, outro objetivo já expresso.

Quando questionados o que necessitaria ser feito para a melhor adequação de cada módulo em sala de aula, encontrou-se uma diversidade de sugestões, e por isso, preferiu-se transcrever na íntegra a resposta de cada pesquisador, que será apresentada a seguir.

Módulo 1

Maria Rita:

O texto se caracteriza como apoio ou complementar e não propriamente como material didático. A linguagem é acessível. Por deter-se em um material informativo, pode ser utilizado tanto no ensino superior como médio.

Se trata de um texto com curiosidades ou informações gerais e não reflete a discussão da construção do conhecimento científico. Assim, o termo “aspectos históricos” no título e em vários trechos do texto não é adequado. Fiz sugestões no próprio texto em anexo.

O texto requer uma revisão de pontuação e correção ortográfica.

Pode ter um fluxograma para apresentar as etapas das produções.

Caetano Veloso:

Explicitar melhor as articulações entre os diferentes tratamentos que cercam o tema ácido-base: teórico-conceitual, histórico e industrial. Tais articulações são mais bem percebidas apenas na discussão sobre o ácido ascórbico. Sugestões: atividades e questões no interior das discussões e não somente ao final.

Chico Buarque:

Os conceitos ácido-base poderiam ser ampliados, inserindo-se as próprias equações químicas e o mecanismo do processo.

Módulo 2:

Djavan:

Acrescentar tirinhas, mais imagens, dicas de leituras, aumentar a fonte do texto publicado por globo, melhorar o quadro 1 (fonte) ou em vez do quadro acrescentar mapas com as informações dos países.

Elis Regina:

Estruturar o levantamento de algumas concepções prévias dos estudantes sobre os temas propostos, e também dos conceitos científicos necessários para a aprendizagem dos trabalhados no módulo.

Definir a sequência didática a ser desenvolvida, e o que se pretende alcançar em cada parte do módulo.

Correções na pontuação do texto. Traduzir siglas.

Rita Lee:

Deveria ter mais exemplos que contextualizasse com o cotidiano, bem mais imagens, algum problema ou exercício resolvido e um para desafio, uma figura ou foto do cientista em questão e um pouco da biografia ou curiosidade sobre o mesmo.

Módulo 3:

Milton Nascimento:

O módulo está bem estruturado para aplicação em sala de aula.

Maria Bethania:

Esse questionamento pode ser respondido de duas maneiras: Se um intuito é utilizar esse módulo como material complementar, o mesmo encontra-se adequado, sendo necessário somente pequenas modificações como já sugerido no texto. Se for como material base, acredito que da forma tal como encontra-se escrito que não se adequa, tendo que ser aprofundado e melhorado os conceitos básicos, para que possa ser utilizado para este fim.

Gilberto Gil:

Ter a parte experimental mais detalhada e complementada com a purificação e com o cálculo de rendimento do biodiesel. Os trabalhos deixados para casa são muito extensos e podem levar a um desestímulo do aluno em fazê-los. Acho que poderiam ser melhor dimensionados. A quantidade de questionamentos deixados são suficientes para se trabalhar vários meses e isso pode acabar prejudicando o rendimento do aluno na compreensão do tema específico da aula (catálise).

As distintas avaliações que são percebidas das respostas para cada módulo podem ser sintetizadas da seguinte forma:

Módulo 1: Ainda apresenta-se muito episódico, e nas quais a relações CTS não aparecem de forma clara e definida.

Módulo 2: Necessário o acréscimo de figuras, esquemas, e deixar claro os objetivos e sequência para a possível utilização em sala.

Módulo 3: Melhorar a descrição e tratamento da proposta experimental e redimensionar as atividades que compõe o módulo.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

A essa dimensão, a maior parte dos avaliadores afirmou haver boa sequência lógica na apresentação dos conteúdos e conceitos. Bem, como poucas imprecisões conceituais apontadas individualmente conforme pode ser visualizado em anexo.

Destacam-se neste contexto as respostas das professoras Maria Rita e Elis Regina, respectivamente sobre os módulos 1 e 2:

“Me questionei como espera que a apresentação destas informações e dados auxiliem no entendimento da definição dos conceitos?” (Maria Rita)

O problema no módulo está, de uma forma geral, em se procurar entender as diferenças entre: Teoria, Conceito e Definição. E, qual o papel dos modelos no desenvolvimento de Teorias?

No mesmo sentido, não seria melhor se referir a estudos importantes que precederam a conceituação, no lugar de “descobertas” importantes?

A sequência de conceitos apresenta algumas quebras, quando se passa do conjunto: soluções, atividades eletrolítica e medidas de pH, para formação de óxidos, e depois no experimento aborda a degradação da matéria orgânica. Seria útil melhorar a articulação entre estes conjuntos de conceitos, presentes em partes distintas no módulo. (Elis Regina)

A fala dessas pesquisadoras revela fragilidades importantes do material. Se por um lado, Maria Rita não consegue perceber os objetivos do módulo, nota-se que a fragmentação do material impediu a compreensão da finalidade da proposta. Esse questionamento em particular despertou para a necessidade de uma seção intitulada “Informações para o professor”, posteriormente inserida no material, e que deixa explícitos os objetivos de cada módulo. Aqui, como em outros momentos se percebia sobre o módulo 1, que havia uma “expectativa” por parte da pesquisadora de que o material tivesse um enfoque na História e Filosofia da Ciência.

Já a resposta da pesquisadora Elis Regina trouxe a necessidade de uniformização dos termos usados no material, assim, adotou-se ao longo do texto o termo “conceito” em substituição a teoria e definição que apareciam com frequência no material.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

A terceira dimensão de análise do material didático tinha o foco na contribuição que o mesmo poderia representar para a disciplina de Química Geral.

Ainda que todos os avaliadores percebam no material alguma contribuição para a disciplina, os posicionamentos são distintos e apresentam nuances próprias.

Para o primeiro módulo, por exemplo, enquanto a pesquisadora Maria Rita afirma que o módulo pode ser utilizado como um elemento inicial ao qual devem ser acrescentadas novas etapas para se alcançar os objetivos expressos de abordar as relações CTS, o professor Chico Buarque afirma que o material proporciona uma quebra de paradigma e que atinge o objetivo de proporcionar uma contextualização dos conceitos dentro das relações CTS. Por fim, para a mesma dimensão, o professor Caetano Veloso ratifica a presença da abordagem CTS, mas ressalta que o texto apresenta algumas imprecisões do ponto de vista da natureza da ciência que demandam correções e/ou revisões.

No tocante ao segundo módulo, as pesquisadoras Elis Regina, Rita Lee e o pesquisador Djavan ressaltaram que a contribuição do material estava em contextualizar os conceitos de maneira complementar aos materiais didáticos já utilizados. Dá-se especial destaque à resposta de Elis Regina:

“É coerente [com o enfoque CTS] no ponto de vista de evolução de conceitos e teorias. Mas, apesar de ter subsídios para isto, a redação do texto não esclareceu qual o contexto do ponto de vista tecnológico da Teoria e do Conceito de Arrhenius.

Além disso, o texto apresenta algumas lacunas, que precisam ser preenchidas para compreensão da abordagem, como exemplo: Quais os moldes concebidos por Thomas Kuhn? Por que é importante neste módulo?”

Essa fala deixa claro que algumas das lacunas encontradas no primeiro módulo não parecem se repetir no segundo. O que fica claro na avaliação dos três pesquisadores é que o módulo é pouco ilustrado e que alguns conceitos, principalmente os não

químicos precisam ser melhor explorados para uma compreensão de sua inserção dentro dos objetivos do material.

O terceiro módulo recebeu as melhores avaliações, onde se percebeu que as sugestões estavam muito mais ao nível de inserção particular de um ou outro conceito. Assim, ressalta-se a resposta do professor Gilberto Gil:

(...)a maioria dos livros, não mostram como os conceitos abstratos da química podem ser aplicados na vida prática das pessoas. Por este ângulo o material apresenta o tema catálise de forma extremamente atraente pela linguagem simples e agradável ao mesmo tempo que introduz adequadamente e com exatidão os conceitos fundamentais para o seu entendimento, mostrando aplicações extremamente importantes do ponto de vista da ciência e da tecnologia e também, do ponto de vista econômico, ambiental e ético

Assim, acredita-se que este módulo atingiu de maneira mais próxima os objetivos planejados, ainda que sejam necessárias inserções de conceitos, como lembra a pesquisadora Maria Bethânia e o próprio pesquisador Gilberto Gil, sobre a descrição do experimento.

Quanto se reflete sobre as críticas feitas aos módulos, é preciso destacar os avaliadores receberam a primeira versão do material, e que algumas das sugestões promoveram revisões, como a inserção dos quadros ao longo do texto que fazem breves análises do ponto de vista da relação CTS apresentada no texto.

Outra importante inserção foram as informações diretamente voltadas ao professor, antes do módulo, deixando claro os objetivos de cada módulo. Esse procedimento foi especialmente adotado, tendo-se em vista o primeiro módulo, no qual uma avaliadora tem a “impressão” de que o módulo é voltado à perspectiva da História e Filosofia da Ciência no ensino, o que não é o objetivo.

Faz-se também a avaliação de que a compreensão dos módulos ficou prejudicada pelo não conhecimento da integralidade do material, uma vez que cada avaliador recebeu apenas um módulo.

Por fim, individualmente, os avaliadores fizeram uma série de pequenas sugestões pontuais, que devem ser acatadas no futuro, mas que não afetam o cerne dos objetivos da proposta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral os módulos propostos foram bem avaliados pelos pesquisadores, ressaltando-se a unanimidade em considerá-los adequados ao nível, possuidores de uma linguagem clara e com uma sequência lógica.

Fica claro nas respostas de alguns pesquisadores que os módulos tem um caráter complementar aos materiais didáticos já usados na disciplina, o que desde o início era a intenção do autor.

A indicação de que o mesmo pode ser usado em outras disciplinas, além da inicialmente prevista, possibilita a inserção da discussão das relações CTS para além do planejado inicialmente, e sobretudo, justifica o tamanho do material, que por ser extenso, dificilmente poderia ser trabalhado em uma única disciplina.

Por fim, notaram-se lacunas do ponto de vista histórico-epistemológico que ensejam posteriores correções e adequações. Porém, os avaliadores expressam em seu conjunto que, mesmo diante das limitações, o material contribui para a discussão das relações CTS a partir dos conceitos escolhidos, ratificando os objetivos da proposta.

REFERÊNCIAS

AGUINAGA, M. A. O., FACHÍN-TERÁN, A. **O Livro Didático em Biologia desde a Perspectiva CTS**. Anais do III SECAM – Seminário em Ensino de Ciências na Amazônia, Manaus, 2008.

DANTAS, Josivânia Marisa. **Uma interpretação microscópica para a análise sistemática de cátions**. 2006. 121 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências, Instituto de Química, Unicamp, Campinas, 2006.

DUARTE, Róber Carlos Barbosa. **Módulo de ensino de mecânica newtoniana com o uso de abordagem CTS - Histórica**. 2006. 231 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências, Departamento de Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FIRME, Ruth do Nascimento; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; BARBOSA, Rejane Martins Novais. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais do XIV ENEQ**. Curitiba: Eufpr, 2008. p. 1 - 12.

MALAVÉ, 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**, v.22. n. 3, 2004, 441-454.

MARTINS, Wagno da Silva. **Educação de Jovens e Adultos**: Proposta de material didático para o ensino de química. 2007. 215 f. Dissertação (Mestrado) –Mestrado em Ensino de Ciências, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

NUNES, A. O., **Abordando as Relações CTSA no Ensino da Química a partir das crenças e atitudes de licenciandos**: uma experiência formativa no Sertão Nordeste. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

NUNES, A. O., DANTAS, J. M., HUSSEIN, F. R. G. S., OLIVEIRA, O. A. **Análise de Conteúdo CTS/QSA em livros de Química Geral**. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, Salvador, 2012.

PEREIRA, Cláudio Luiz Nóbrega. **A história da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Ensino de Ciências, Departamento de Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

RETONDO, Carolina Gondinho. **Química das sensações**: desenvolvimento de um material didático interdisciplinar para o ensino superior. 2004. 305 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências, Departamento de Instituto de Química, Unicamp, Campinas, 2004.

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

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Análise das idéias Ciência, tecnologia e Sociedade em materiais didáticos elaborados por professores de química. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais do XV ENEQ**. Brasília: Edunb, 2010. p. 1 - 12.

SILVA JUNIOR, Geraldo Alexandre da. **Objetos de aprendizagem na abordagem de conceitos químicos por meio de problemas**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

ZUIN, Vânia Gomes; FREITAS, Denise de; OLIVEIRA, Márcia R. G. de.; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciência e Cognição**, v. 13, n. 1, p.56-64, jan. 2008.

ANEXOS

Roteiro de Análise – Chico Buarque

Modulo 1: Aspectos históricos sobre os ácidos e as bases

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= Sim, o texto propicia uma visão geral da temática abordada. Se faz relevante para a disciplina de Química Geral, principalmente por ser uma disciplina que se encontra, geralmente nos primeiros períodos dos cursos de licenciatura.

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Sim. O módulo pode ser utilizado para disciplinas específicas em que o conteúdo ácidos e bases é abordado.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Sim, a linguagem é clara e objetiva, não trazendo nenhuma dificuldade de entendimento.

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Os conceitos ácido-base poderiam ser ampliados, inserindo-se as próprias equações químicas e o mecanismo do processo.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R=Não percebi

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequencia lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= Os conceitos estão de acordo com a proposta apresentada para o módulo

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= Sim, pois leva o leitor a perceber que, em contextualizando o tempo e o desenvolvimento científico daquele conceito, melhor se compreende a evolução do mesmo.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= A contribuição no que se refere a ambiente ficou a desejar. Poderia ser ampliada.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?

R= Equações químicas e mecanismos de reações para os conceitos apresentados.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= Estou certo de que o módulo atinge o objetivo a que se propõe.

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= O material leva a uma quebra de paradigma no aprendizado de ácidos e bases, visto que, pela minha experiência pessoal como aluno de licenciatura em química, apenas tivemos acesso as teorias e conceitos sem nenhuma contextualização histórica ou em nível de CTSA.

Roteiro de Análise – Maria Rita

Modulo 1: Aspectos históricos sobre os ácidos e as bases

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= sim

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Pode ser utilizada no ensino médio

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= sim

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= O texto se caracteriza como apoio ou complementar e não propriamente como material didático. A linguagem é acessível. Por deter-se em um material informativo, pode ser utilizado tanto no ensino superior como médio.

Se trata de um texto com curiosidades ou informações gerais e não com reflete a discussão da construção do conhecimento científico. Assim, o termo “aspectos históricos” no título e em vários trechos do texto não é adequado. Fiz sugestões no próprio texto em anexo.

O texto requer uma revisão de pontuação e correção ortográfica.

Pode ter um fluxograma para apresentar as etapas das produções.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R =

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequencia lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R = Senti falta de algumas definições (ver registros no texto)

Ênfase maior nos ácidos.

Me questionei como espera que a apresentação destas informações e dados auxilie no entendimento da definição dos conceitos?

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R = A contribuição é de apresentar informações para introduzir nas demais etapas posteriores que o estudo dos ácidos e bases desempenhou um papel relevante na sociedade e que neste diálogo mútuo contribuiu para o desenvolvimento da química.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R = Afirmar que é um texto com aspectos históricos quando consistem em algumas curiosidades, fatos e dados.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescidos para melhorar o material?

R = Pode elaborar um mapa conceitual do módulo e apresentar um fluxograma da produção. Uma preocupação é com as questões de segurança no experimento e a forma de descarte.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R = Não sou especialista em CTS, mas creio que o ensino CTS deve propiciar discussões que mostrem esta relação. Pode ser explorado inclusive nas questões ao final de cada tópico no texto como itens Você sabia? Ou para saber mais...ou que relação voce acredita ter entre o processo de produção de ácido sulfúrico e a demanda de alimentos. Etcetcetc

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R = Pode contribuir para introduzir o tema com dados e fatos que podem desdobrar em atividades posteriores.

Roteiro de Análise – Caetano Veloso

Modulo 1: Aspectos históricos sobre os ácidos e as bases

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= Sim, a abordagem dos temas propostos se adéqua ao perfil dos estudantes do referido componente curricular.

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Sim. Instrumentação para o Ensino de Química (modalidade EaD); Ensino de Química II e História e Filosofia da Química.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Sim. A linguagem utilizada no material não apresenta dificuldades aparentes para a sua compreensão neste nível de ensino.

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Explicitar melhor as articulações entre os diferentes tratamentos que cercam o tema ácido-base: teórico-conceitual, histórico e industrial. Tais articulações são mais bem percebidas apenas na discussão sobre o ácido ascórbico. Sugestões: atividades e questões no interior das discussões e não somente ao final.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R= Não se trata exatamente de um erro, mas, da necessidade de esclarecer melhor o conceito de ácidos e bases de Franklin (p.13 do arquivo word). No texto está escrito “Das observações iniciais com amônia líquida e outros solventes surgiu a teoria dos sistemas solventes, na qual seria ácida toda substância que promovesse o aumento da concentração do cátion e básica toda substância que promovesse o aumento da concentração do ânion”. Sugestão: acrescentar a expressão “aumento da concentração do cátion **característico** do solvente” e “ânion **característico** do solvente”

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequencia lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= Sim. Não foram evidenciados problemas com a estrutura e sequenciação dos conceitos.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= Sim. A abordagem do módulo contempla dimensões que geralmente não são exploradas em materiais didáticos convencionais, que são as informações de caráter histórico e de produção industrial. Além disso, a interface entre conhecimento científico e cotidiano destacada no módulo pode contribuir para a problematização e compreensão de questões epistemológicas acerca dos diferentes tipos de saberes.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= São encontrados alguns problemas pontuais de redação apenas, por exemplo:

- p.7 do arquivo Word: no trecho “os escritos encontram-se redigidos com forte conteúdo místico e com linguagem metafórica, o que não dificulta sua compreensão”, seria isso mesmo ou seria “o que dificulta a sua compreensão”?

- Verificar o espaçamento nas palavras *Summaperfectionismagisteriidoe* do alquimista árabe JâbirIbnHayyân, na p.7 do arquivo Word.

- Corrigir erro de concordância no trecho da p.18: “Tailor (1957) ressalta ainda que, apesar da imensa utilização comercial do ácido sulfúrico, até meados finais do século XVIII não havia **uma explicações científicas** sobre as reações com esse ácido”.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescidos para melhorar o material?

R= Sugestão: uma explicitação, ao menos em nível de aproximação, de questões que envolvem a evolução e sucessão das teorias ácido-base sob o ponto de vista da dimensão epistemológica, fundamental para este conteúdo (a referência que cita, Chagas (2000) traz algumas contribuições neste sentido). E não deixar apenas o estudante tentar fazer isso somente na atividade.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= Como a proposta pretende a abordagem de relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, pode-se dizer que aspectos relativos à dimensão Social e Tecnológica da proposta guarda uma coerência em si. Quanto aos aspectos da Natureza da Ciência alguns fatores pontuais precisariam ser vistos com mais cuidado. O ponto que chamou a atenção, por exemplo, está na p.31 no trecho “A descoberta, assim como outras dentro da Química aconteceu de forma não planejada”. Pensando o público ao qual se destina a produção, tal assertiva tem um “peso” que, a depender da utilização feita pelo material pode transmitir concepções inadequadas da atividade científica, em particular a noção de descoberta científica, tão arraigada na compreensão do senso comum. Acredito que, ao invés disso, poder-se-ia destacar que toda descoberta contém, “um elemento irracional”, ou seja, a descoberta científica é impossível sem fé em ideias que são de

natureza puramente do tipo especulativo, entretanto, descobertas acidentais ocorrem também, mas elas são relativamente raras (POPPER, 1968¹⁸). Sobre isto, até mesmo algumas das descobertas tidas como “acidentais” são questionadas, como o caso de Becquerel e a radioatividade (MARTINS, 1990¹⁹). A partir deste exemplo, no qual claramente as expectativas teóricas podem influenciar as próprias observações, levando o pesquisador a ver coisas que não existem, pode-se perceber que suas expectativas teóricas induzem a ver fenômenos inexistentes.

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= Conforme explicado em questões anteriores desta avaliação, o módulo pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Química por propiciar ao estudante uma compreensão integrada dos diferentes aspectos conceituais, históricos, sociais e econômicos que cercam o tema, o que permitiria a construção de um conhecimento contextualizado e interdisciplinar.

¹⁸POPPER, K. R., **The Logic of Scientific Discovery**, London, Hutchinson, 1968.

¹⁹MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a Radioatividade **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 7 (Número Especial), p. 27-45, 1990.

Roteiro de Análise – Rita Lee

Modulo 2: Impactos ambientais envolvendo a Água – Contexto para ácidos e bases segundo o conceito de Arrhenius

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= Sim

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Sim, química experimental, poluição ambiental, química i e química analítica

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Sim

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Deveria ter mais exemplos que contextualizasse com o cotidiano, bem mais imagens, algum problema ou exercício resolvido e um para desafio, uma figura ou foto do cientista em questão e um pouco da biografia ou curiosidade sobre o mesmo.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R= Não

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequencia lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= Sim

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= Sim, uma leitura complementar para uma melhor fixação de conceitos, curiosidades e uma contextualização com problemas ambientais.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= Observei apenas sugestões para ampliar como coloquei anteriormente na dimensão 1 questão 4.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?

R= Observei apenas sugestões para ampliar como coloquei anteriormente na dimensão 1 questão 4.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= Muito bom

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= Um texto complementar tanto para professores quanto para os alunos. Servirá como um módulo de fixação para conceitos, curiosidades e insere bastante contextualização como com os problemas ambientais, história da química e notícias atuais.

Roteiro de Análise – Elis Regina

Modulo 2: Impactos ambientais envolvendo a Água – Contexto para ácidos e bases segundo o conceito de Arrhenius

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R=Sim.

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Sim. Química Ambiental e Química Biológica.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= No geral sim. Porém, em algumas partes, penso que os estudantes deverão realizar leituras complementares antes, ou simultaneamente.

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Estruturar o levantamento de algumas concepções prévias dos estudantes sobre os temas propostos, e também dos conceitos científicos necessários para a aprendizagem dos trabalhados no módulo.

Definir a sequência didática a ser desenvolvida, e o que se pretende alcançar em cada parte do módulo.

Correções na pontuação do texto. Traduzir siglas

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R= Não entendi porque a terceira definição de ácido (p. 05), encontrada em livros didáticos, é a mais precisa em termos conceituais. Não seria ela somente a mais próxima do conceito de Arrhenius?

No lugar de “saponificação” do acetato de metila”, o mais correto é hidrólise do acetato de metila.

No experimento, seria interessante introduzir a a natureza química de um açúcar, e como este material pode ser degradado pelo oxigênio.

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= O problema no módulo está, de uma forma geral, em se procurar entender as diferenças entre: Teoria, Conceito e Definição. E, qual o papel dos modelos no desenvolvimento de Teorias?

No mesmo sentido, não seria melhor se referir a estudos importantes que precederam a conceituação, no lugar de “descobertas” importantes?

A sequência de conceitos apresenta algumas quebras, quando se passa do conjunto: soluções, atividades eletrolítica e medidas de pH, para formação de óxidos, e depois no experimento aborda a degradação da matéria orgânica. Seria útil melhorar a articulação entre estes conjuntos de conceitos, presentes em partes distintas no módulo.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= Melhor contextualização dos conteúdos conceituais disciplinares.

Desenvolvimento de abordagens interdisciplinares , históricas e do cotidiano. Ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= Quais os objetivos específicos do experimento proposto? Quais conteúdos serão trabalhados nele?

Como será feita a avaliação da aprendizagem dos conteúdos envolvidos no módulo?

Não cabe ao módulo, fazer análises textuais de trechos de livros didáticos. Por exemplo, em: ...”Atkins e Jones (2007) dão uma pista do que acontece. Eles explicam que em soluções diluídas pode-se considerar, por questões de simplificação, que a atividade do hidrogênio é igual à concentração de hidrogênio...” Não percebi a pista mencionada.

Ausência de questões problemáticas.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?

R= Explicar melhor porque o fator de van'tHoff e a mobilidade dos íons se constituíam problemas, e como as resoluções destes problemas foram auxiliadas pelos estudos de Arrhenius.

Existem diversas figuras e esquemas sobre os ciclos dos elementos na natureza, que podem auxiliar na compreensão destes ciclos e das reações envolvidas.

Seria útil na contextualização do experimento, mencionar o significado de medidas da Demanda Biológica de Oxigênio - DBO

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= É coerente no ponto de vista de evolução de conceitos e teorias. Mas, apesar de ter subsídios para isto, a redação do texto não esclareceu qual o contexto do ponto de vista tecnológico da Teoria e do Conceito de Arrhenius.

Além disso, o texto apresenta algumas lacunas, que precisam ser preenchidas para compreensão da abordagem, como exemplo: Quais os moldes concebidos por Thomas Kuhn?, Porque é importante neste módulo?

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= Leitura e discussão de textos que não pertencem a literatura científica, podem auxiliar na compreensão dos conteúdos. Ilustrações históricas e do cotidiano, também.

O experimento é correlato ao tema proposto, e pode melhorar a interpretação dos fenômenos envolvidos.

As questões ilustrativas, como “enunciado de texto”, são pertinentes e motivadoras para desenvolver as explicações sobre os fenômenos, como os provocados pela chuva-ácida.

Roteiro de Análise - Djavan

Modulo 2: Impactos ambientais envolvendo a Água – Contexto para ácidos e bases segundo o conceito de Arrhenius

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= Sim

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Sim. Química aplicada à engenharia e inorgânica.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Entendo que o material atende aos objetivos estabelecidos, abordando um discurso didático científico, trazendo informações organizadas e atuais, tratando a ciência, com uma linguagem próxima para os seus leitores.

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Acrescentar tirinhas, mais imagens, dicas de leituras, aumentar a fonte do texto publicado por globo, melhorar o quadro 1 (fonte) ou em vez do quadro acrescentar mapas com as informações dos países.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R= Não

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= Sim.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= O material didático apresenta contribuições para o desenvolvimento dos conceitos iniciais de ácidos e bases (Arrhenius), seguindo uma ordem cronológica de discussão, contextualizando com a realidade, além de disponibilizar proposta de atividade experimental, estimulando o desenvolvimento de habilidades e construção de conhecimento.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= Poucas ilustrações e a fonte da letra de algumas figuras e quadro (Ex: figura 4, e quadro 1).

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?

R= Imagens de girino, carvão, tirinhas e ampliar a quantidade de atividades. Coloque um título no quadro 1.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= O material é coerente, estabelecendo um processo de contextualização, favorecendo um diálogo entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, estabelecendo articulação entre o conhecimento escolar e o contexto social. Atribuindo aos conceitos de ácido e base um maior significado, uma vez que aborda temas integrados do dia a dia, articulado com abordagens de temas sociais e situações reais. O material apresenta-se como uma importante ferramenta para o processo de ensino, podendo articular e potencializar discussões por professores.

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= Na atualidade é necessário articular, de forma mais consistente, o ensino de química com perspectivas contemporânea. Assim, esse material possibilita uma construção dos conceitos de ácido e base mais adequados a uma visão atual da ciência, indo além da simples memorização de conceitos, leis e teorias.

Apresentando uma ciência contextualizada, ligada à sociedade e a vida cotidiana, começando a abordagem do tema com um texto atual, estabelecendo aproximação com o dia a dia dos alunos.

O material é um instrumento didático, que exerce uma influencia marcante no processo de ensino-aprendizagem, sendo relevante para construção dos conceitos de ácido e base construídos pelos alunos.

Roteiro de Análise – Maria Bethania

Modulo 3: Catalisando reações - Contexto para ácidos e bases segundo Brønsted-Lowry e Lewis

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= O módulo tal como propostopode ser utilizado como material suplementar para a disciplina de química geral. Após ser estudado os conceitos básicos das teorias propostas, o estudo desse módulo facilitará na compreensão da relação destes com a ciência , tecnologia e sociedade.

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Na minha opinião esse módulo poderia ser utilizado como material de leitura inicial para a disciplina de química inorgânica básica, como forma de revisar os conteúdos neles abordados para posteriormente vê-los na disciplina de forma mais aprofundada.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Sim, a linguagem foi descrita de forma simples, porém não fugindo também da linguagem científica, podendo desta forma ser considerada adequada para o público escolhido.

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Esse questionamento pode ser respondido de duas maneiras: Se um intuito é utilizar esse módulo como material complementar , o mesmo encontra-se adequado, sendo necessário somente pequenas modificações como já sugerido no texto. Se for como material base, acredito que da forma tal como encontra-se escrito não se adequa , tendo que ser aprofundado e melhorado os conceitos básico, para que possa ser utilizado para este fim.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros

R= Não identifiquei nenhum problema conceitual.

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequencia lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= Sim, os conceitos seguiram uma boa sequencia, sendo essa bem lógica. Somente na parte que entrou no conceitode zeólita que senti a necessidade de se inserir um contexto para que a informação não fique solta.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= Sim, pois traz o contexto CTS nos conteúdos estudados. Essa contribuição é importante visto que encontra-se falha nos livros didáticos e os estudantes tem dificuldades em fazer esse tipo de correlação.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= O principal ponto falho que identifiquei foi o aprofundamento dos conteúdos, caso o objetivo seja usar o material como o principal material didático para o aluno. Entretanto, se o foco do mesmo for como material suplementar não vi grandes problemas no mesmo e acredito que pode ser perfeitamente utilizado.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescidos para melhorar o material?

R= O conceito de nonomateriais , incluindo a parte de peneiras moleculares. Algumas figuras de zeólitas naturais e sintéticas facilitaria a compreensão das mesmas, ainda no tocante a peneiras moleculares tem uma figura clássica que mostra a relação do tamanho do poros com a formação dos diferentes materiais, acredito que ficaria interessante também ser inserida.

Obs: Isso seria feita de forma objetiva, um página seria suficiente para inserir essas informações.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= Gostei da correlação feita dos conteúdos com o enfoque CTS. Isso pode ser visto tanto dentro do texto , como também com os quadros inseridos. Gostei da forma como o enfoque foi trabalhado no módulo.

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= No meu ponto de vista esse material ajudaria principalmente na identificação das relações existentes em ciência, tecnologia e sociedade com os conceitos envolvidos. Isso se faz importante e necessário, pois influencia na compreensão dos níveis de conhecimento, principalmente no que diz respeito ao atitudinal.

Roteiro de Análise – Gilberto Gil

Modulo 3: Catalisando reações - Contexto para ácidos e bases segundo Brønsted-Lowry e Lewis

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= Essa é uma resposta difícil e depende do grau de conhecimento inicial da turma, sendo que em geral estes conhecimentos não serão suficientes para entender o que é um próton e pares de elétrons livres necessários para os conceitos de ácidos e bases de Lewis e de Lowry. Entendo que um melhor conhecimento desses conceitos (e isso pode ter sido feito em capítulos anteriores o que não estou tendo acesso) é necessário e tem que ser dado no livro.

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= O módulo é interessante para complementar disciplinas como química ambiental, físicoquímica geral e, principalmente, uma disciplina inexistente nas grades que seria ética química e sociedade.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Sim. É fácil e ao mesmo tempo traduz com precisão o que se pretende ensinar, exceto por algumas definições que precisam ser melhoradas como as de catalise e de alguns tópicos que precisam ser ampliados como a definição de zeólita.

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= Ter a parte experimental mais detalhada e complementada com a purificação e com o cálculo de rendimento do biodiesel. Os trabalhos deixados para casa são muito extensos e podem levar a um desestímulo do aluno em fazê-los. Acho que poderiam ser melhor dimensionados. A quantidade de questionamentos deixados são suficientes para se trabalhar vários meses e isso pode acabar prejudicando o rendimento do aluno na compreensão do tema específico da aula (catálise).

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= As definições de catalise (pag 15 e 17) não citam o fato que o catalisador deve ser recuperado no final da reação. A estruturação é do capítulo é coerente e lógica.

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R= Sim . A relação da química com a sociedade é claramente delineada e o experimento (se melhorado como sugerido) é um eficiente complemento prático do tema estudado, tanto em termos conceituais químicos como da relação desta com a sociedade.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= Eles já foram citados nas perguntas anteriores e também se encontram assinalados no material como sugestões.

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?

R= Eles já foram citados nas perguntas anteriores e também se encontram assinalados no material como sugestões.

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= Está muito bom e adequado ao estudo com este enfoque.

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= Motivar o aluno a querer aprender alguma coisa, é na minha humilde opinião, a questão mais importante na relação ensino aprendizagem, principalmente na química, onde a maioria dos livros, não mostram como os conceitos abstratos da química podem ser aplicados na vida prática das pessoas. Por este ângulo o material apresenta o tema catalise de forma extremamente atraente pela linguagem simples e agradável ao mesmo tempo que introduz adequadamente e com exatidão os conceitos fundamentais para o seu entendimento, mostrando aplicações extremamente importantes do ponto de vista da ciência e da tecnologia e também, do ponto de vista econômico, ambiental e ético.

Roteiro de Análise – Milton Nascimento

Modulo 3: Catalisando reações - Contexto para ácidos e bases segundo Brønsted-Lowry e Lewis

➤ Dimensão 1: Adequação ao nível de Ensino

1- O módulo em questão é adequado à disciplina Química Geral?

R= Sim.

2- Fora a disciplina Química Geral, você indicaria esse módulo para alguma outra disciplina? Qual?

R= Talvez disciplinas de química tecnológica.

3- A linguagem do texto é coerente com o nível de ensino que se pretende trabalhar?

R= Sim

4- Do seu ponto de vista, o que poderia/ deveria ser feito para que o módulo melhor se adequasse para uso em sala de aula?

R= O módulo está bem estruturado para aplicação em sala de aula.

➤ Dimensão 2: Adequação Conceitual

5- Há problemas conceituais no módulo? Em caso afirmativo, indique as páginas no qual foram encontrados os erros.

R= Não

6- Os conceitos abordados no módulo estão estruturados de maneira coerente e seguem uma sequência lógica? Caso haja problemas, indique a página e o conceito.

R= Sim

➤ Dimensão 3: Contribuição do material

7- O módulo traz alguma contribuição para a(s) disciplina(s) de Química citada(s) na dimensão 1? Se sim, quais são elas?

R=Sim. O módulo apresenta contribuições para a introdução dos conceitos de ácidos e bases. Como também correlaciona de forma objetiva a influência que o conhecimento destes conceitos auxilia para o desenvolvimento da sociedade.

8- Quais os pontos falhos do módulo?

R= Nenhum

9- Que pontos, conceitos, imagens poderiam ser acrescentados para melhorar o material?

R= Nenhum

10- Tendo-se em vista que o módulo pretende abordar as relações CTS, como você analisa a coerência do mesmo com esse enfoque?

R= Bem correlacionado com as relações CTS

11- Relate, do seu ponto de vista, como esse material poderia ajudar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química?

R= - ??

Sobre finais e despedidas - 23/03/2014

É ao fechar a porta
Que se percebe a importância de um encontro.

É talvez na partida
Que lembrando de cada detalhe
Se encontra o oculto, o não visto
As intenções só ficam claras no final

E para quem pode recontar a história.

CAPÍTULO 8: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tese proposta nesse trabalho está baseada em pressupostos teóricos os quais os estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) historicamente vem construindo.

Rejeita, portanto, a ideia de uma Ciência e Tecnologia neutras, salvadoras e positivistas. E filia-se à ideia de que essas são construções sociais, frutos de seu tempo, seu contexto e servindo aos interesses de alguns grupos sociais, às vezes até opondo-se aos interesses da maioria da população.

Partindo desses pressupostos surge a proposição de contribuir para que o ensino superior de química também pudesse se inserir numa perspectiva CTS, o que na visão do pesquisador é desejável para o letramento científico e tecnológico, principalmente dos professores de ciências naturais e exatas, que dialogam (ou deveriam) dentro da área estabelecida pelas orientações curriculares (PCN, PCN+ e OCN).

Desta forma, buscou-se um dos elementos “palpáveis” do processo de ensino-aprendizagem: o material didático. Essa escolha foi feita por entender-se que mesmo no ensino superior ele é um elemento importante, ou mesmo, fundamental para a adoção de uma perspectiva de ensino inovadora.

A busca por construir o material encaminhou para quatro questões a priori:

- a) A escolha de um conteúdo específico, uma vez que a intervenção proposta se supõe pontual, e não para o currículo inteiro da disciplina Química Geral;
- b) Necessidade de conhecer a literatura científica sobre o ensino e aprendizagem dos conceitos de ácido e base, conteúdo escolhido, para situar possíveis lacunas;
- c) Necessidade de compreender as atitudes e crenças dos estudantes para os quais se propõe o material;
- d) Necessidade de conhecer os livros-texto adotados para a disciplina Química Geral, uma vez que a proposta é a elaboração de um material complementar que dialogasse com o acervo que as instituições já possuíam.

Essas questões levaram à compreensão de que muitos artigos e propostas abordam os conceitos de ácido e base, equilíbrio aquoso e pH, mas de maneira geral, existem lacunas que se repetem no cenário nacional e mundial.

Poucos são os trabalhos nos quais se abordam os ácidos e bases dentro de suas relações CTS; que apresentam aspectos históricos; e que abordam os conceitos de Lewis, apesar de serem muitos os trabalhos voltados ao ensino superior, principalmente os publicados no Journal of Chemical Education e na Química Nova.

Mas onde a literatura supre a necessidade?

Foram encontrados muitos artigos com experimentos, artigos conceituais e dentro do enfoque das concepções alternativas, o que forneceu o indicativo de que estes eram caminhos a não serem seguidos.

Paralelamente, o estudo das atitudes e crenças CTS e QSA dos estudantes de licenciatura e cursos tecnológicos mostrou que permanecem nestes visões extremamente otimistas, com indícios de crença nos mitos salvacionista e da neutralidade da Ciência e Tecnologia.

O mesmo pode ser percebido nas atitudes sobre as relações Química-Sociedade-Ambiente, com exceção ao aspecto ambiental, onde parte dos estudantes parece apresentar crenças mais críticas. Esse conjunto de dados direcionou para a questão ambiental como um ponto de partida para problematizar as visões sobre C&T, buscando oferecer elementos de reflexão.

Nesse conjunto de influências a análise dos livros-texto mostrou que os alguns títulos publicados recentemente, em suas apresentações citam brevemente que os ácidos e bases estão envolvidos em vários contextos industriais, ambientais, tecnológicos, biológicos, atribuindo certa importância aos mesmos. No entanto, as obras restringem-se a essa referência inicial e a inserção esporádica em sua maioria em quadros isolados do texto dos conceitos. Ainda mais insipientes são as atividade e exercícios que abordem as relações CTS. Dessas constatações surgiram como propostas principais para o material que se inserisse os conceitos em contextos CTS e QSA, e que se propusessem exercícios e atividades que também trabalhassem a compreensão dessas relações.

Por fim, da leitura do próprio referencial CTS percebeu-se a necessidade de dialogar com as três tradições de pesquisa nesse campo:

- i. Européia – ligada aos antecedentes da produção da ciência e tecnologia;
- ii. Norte-Americana – ligada às consequências sociais do uso da ciência e tecnologia;
- iii. Latino-Americana – ligada às questões de desenvolvimento e dependência tecnológica;

Assim, o material proposto com esses pressupostos apresenta limitações e escolhas. Por ser direcionado à disciplinas específicas do ensino superior utiliza os conteúdos CTS associados à lógica dos conhecimentos específicos da química. Adicionalmente, visa contribuir para a compreensão das relações CTS/QSA, e com a problematização das visões já presentes, sem, no entanto, avançar sobre a questão do engajamento social, tão própria da abordagem CTS.

Assume-se desta forma, uma lacuna deste trabalho, também condicionada pela estrutura de tempo de um projeto de pós-graduação, sendo uma possibilidade futura de continuidade.

Finalizando a reflexão dos objetivos estabelecidos, reafirma-se a tese de que é possível e desejável a inserção de elementos CTS/QSA na abordagem dos conceitos estudados, em especial dentro dos cursos de licenciatura em ciências naturais.

Essa tese ganha eco na própria construção do material didático, onde foi possível inserir elementos ausentes na literatura e nos livros-texto tradicionalmente usados.

Desta forma, espera-se ter contribuído significativamente e positivamente no sentido de promover o início da discussão da inserção do enfoque CTS nas disciplinas específicas nos cursos de formação de professores de ciências no Brasil.

A pretensão não é ter solucionado o problema, mas sobretudo, tentar ser catalisador de um processo que pode ser longo, mas acredita-se viável e desejável.