

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RENATA TEXEIRA GOMES DE FREITAS

**ABORDAGEM DOS CONCEITOS ÁCIDO-BASE EM LIVROS DIDÁTICOS DE
QUÍMICA DO ENSINO SUPERIOR**

**Dom Pedrito
2018**

RENATA TEXEIRA GOMES DE FREITAS

**ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE ÁCIDO- BASE EM LIVROS DIDÁTICOS DE
QUÍMICA DO ENSINO SUPERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências da Natureza - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza.

Orientadora: Jéssie Haigert Sudati

Co-orientador: Maurícus Selvero Pazinato

**Dom Pedrito
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

d866a de Freitas, Renata
ABORDAGEM DOS CONCEITOS ÁCIDO-BASE EM LIVROS DIDÁTICOS DE
QUÍMICA DO ENSINO SUPERIOR / Renata de Freitas.
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, CIÊNCIAS DA NATUREZA, 2018.
"Orientação: Jéssie Sudati".

1. química. 2. livros didáticos. 3. ácido-base. 4. análise
de livros. 5. ensino superior. I. Título.

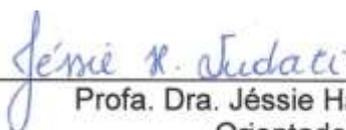
RENATA TEXEIRA GOMES DE FREITAS

**ABORDAGEM DOS CONCEITOS ÁCIDO-BASE EM LIVROS DIDÁTICOS DE
QUÍMICA DO ENSINO SUPERIOR**

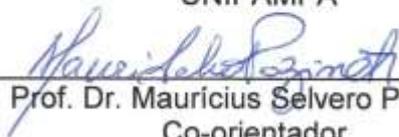
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências da Natureza - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 20 de junho de 2018.

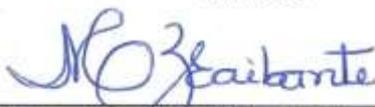
Banca examinadora:



Profa. Dra. Jéssie Haigert Sudati
Orientadora
UNIPAMPA



Prof. Dr. Maurício Selvero Pazinato
Co-orientador
UFRGS



Profa. Dra. Mara Elisa Fortes Braibante
UFSM



Profa. Me. Ana Carolina Gomes Miranda
UNIPAMPA

Dedico este trabalho para minha querida avó Jeusa Pires, pela imensa gratidão por todo o empenho durante toda a minha trajetória universitária.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Junior Oliveira e Carmem Lúcia Texeira, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis. Sou grata também a todas minhas amigas, que não me deixaram ser vencida pelo cansaço.

Meus agradecimentos as minhas irmãs Bruna e Gabriella, sobrinhos Heitor e Gonçalo, tios, primos e avós, que de alguma forma também contribuíram para que o sonho da graduação se tornasse realidade. Agradeço especialmente ao professor Maurícius Selvero Pazinato, responsável pela orientação e elaboração da pesquisa, que me acompanhou desde o segundo semestre, me incentivando a crescer e dando seu suporte de sempre, tens minha eterna gratidão. Assim como também a professora Jéssie Haigert Sudati que não mediu esforços para me orientar, a qual me apoiou em cada etapa deste trabalho. Sou grata a todos os docentes que me acompanharam nesta caminhada, grandes mestres, com quem aprendi muito sobre a vida, dentro e fora da sala de aula. Muito obrigada, por toda a dedicação e paciência!

Agradeço imensamente a Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição para fazer a faculdade e o trabalho de final de curso. Sem ele, nada disso seria possível e por fim à Universidade Federal do Pampa, por me proporcionar um ambiente criativo e amigável para os estudos, aonde pude conhecer meus queridos colegas, em especial, Lidiane Esteve e Alisson Araújo. Sou grato a cada membro do corpo docente, à direção e a administração dessa instituição de ensino.

“Os livros não são feitos para que alguém acredite neles, mas para serem submetidos à investigação. Quando consideramos um livro, não devemos perguntar o que diz, mas o que significa.”

Umberto Eco

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise das definições de Ácido e Base em Livros Didáticos mais utilizados no ensino superior nas áreas da Química (Química Analítica, Química Inorgânica, Química Orgânica, Bioquímica e Físico-Química) em cursos de Química Licenciatura de universidades federais do RS. O estudo objetivou avaliar os Livros Didáticos mais utilizados em cada área, a partir de cinco critérios: Perspectiva da Abordagem, Sequência de assuntos, Número de Páginas, Uso da História da Ciência, Funcionalidade dos recursos Visuais e Níveis de representação envolvidos nos recursos visuais. Analisaram-se aproximadamente 400 representações visuais relacionadas ao assunto. Os critérios apontam que, a maioria das teorias encontradas nos livros é de *Bronsted-Lowry* e *Lewis*, quanto ao critério funcionalidade dos recursos visuais, as mais utilizadas são: Macroscópica (Mac), Submicroscópica (Smic) e Simbólica (Simb), sendo que o livro B é o que contempla maior número de níveis de representação envolvidos nos recursos visuais, porém, nenhum exibe a História da Ciência. Espera-se que o desenvolvimento deste trabalho contribua para discussões sobre o tema e a qualidade dos Livros Didáticos da área.

Palavras-Chave: Ácido-Base, Ensino de Química, Livro Didático.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the definitions of Acid and Base in most used Textbooks in the areas of Chemistry (Analytical Chemistry, Inorganic Chemistry, Organic Chemistry, Biochemistry and Physical Chemistry) at the higher level in Licentiate Chemistry courses from federal universities of RS. The study aimed to evaluate the most used Textbooks in each area, based on five criteria: Approach Perspective, Sequence of Subjects, Number of Pages, Use of History of Science, Functionality of Visual Resources and Levels of representation involved in visual resources. Approximately 400 visual representations related to the subject were analyzed. The criteria are that most of the theories found in the books are by Bronsted-Lowry and Lewis, regarding the criterion functionality of the visual resources, the most used are: Macroscopic (Mac), Submicroscopic (Smic) and Symbolic (Simb), being that Book B is the one that contemplates the greater number of levels of representation involved in the visual resources, however, none exhibits the History of Science. It is hoped that the development of this work will contribute to discussions about the theme and quality of the textbooks of the area.

Keywords: Acid and Base; Chemistry teaching; Textbook.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização dos cursos de Química Licenciatura das Universidades Federais do RS.....	32
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Descrição dos critérios.....	29
Quadro 2- Critério Perspectiva da Abordagem	29
Quadro 3- Critério funcionalidade dos recursos visuais.....	30
Quadro 4- Critério níveis de representação envolvidos nos recursos visuais.....	30
Quadro 5- Livros de cada área da Química selecionados para análise.....	32
Quadro 6- Análise da sequência de assuntos, número de páginas e uso da HC. (*apresentam a HC de forma empirista e superficial, contemplando apenas a data de descoberta das teorias).....	33
Quadro 7- Critério Analisado: Perspectiva da Abordagem do livro A (Análise Química Quantitativa).....	35
Quadro 8- Critério Analisado: funcionalidade dos recursos visuais do livro A (Análise Química Quantitativa).....	36
Quadro 9- Critério Analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do livro A (Análise Química Quantitativa).....	37
Quadro 10- Critério Analisado: funcionalidade dos recursos visuais do livro B (Bioquímica).....	38
Quadro 11- Critério Analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do livro B (Bioquímica).....	39
Quadro 12- Critério Analisado: Perspectiva da Abordagem do livro D (Química Inorgânica não tão concisa).....	40
Quadro 13- Critério Analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do livro D (Química Inorgânica não tão concisa).....	42
Quadro 14- Critério Analisado: Perspectiva da Abordagem do livro E (Química Orgânica).....	43
Quadro 15- Critério Analisado: funcionalidade dos recursos visuais do livro E (Química Orgânica).....	44
Quadro 16- Critério Analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do livro E (Química Orgânica).....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

HC- História da Ciência

LD - Livro Didático

LDs - Livros Didáticos

MEC - Ministério da Educação

PNLD - Programa Nacional do Livro didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS	18
2.2 LIVROS DIDÁTICOS NO ENSINO SUPERIOR	20
2.3 A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS VISUAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	25
2.4 ÁCIDO-BASE – UM POUCO DA HISTÓRIA	26
2.5.1 Teoria de Arrhenius	26
2.5.2 Teoria protônica	27
2.5.3 Teoria eletrônica	27
3 METODOLOGIA	29
3.1 Caracterização da pesquisa	29
3.2 Fonte dos dados	29
3.3 Método de análise	29
4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
6 REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

Os Livros Didáticos (LDs) são importantes ferramentas no ensino e aprendizagem de conceitos químicos, sendo, por vezes, considerado o principal meio para a condução desse processo, influenciando tanto os enfoques adotados pelos professores quanto as estratégias de aprendizagem dos alunos (PORTO; FERNANDES, 2012). O desenvolvimento de pesquisas que visem analisar os LDs do Ensino Superior é relevante, visto que constituem um instrumento de consulta que influencia a formação de diversos profissionais. Além disso, há necessidade de conhecer previamente a abordagem e o método proposto para o ensino de determinados conceitos a partir deste recurso didático no nível superior.

Atualmente, embora existam diversos recursos disponíveis para a obtenção de informações sobre a ciência, tais como artigos científicos, material digital publicado na internet, vídeos aulas, entre outros, os LDs continuam com uma posição de destaque na disseminação dos conhecimentos científicos. Martorano e Marcondes (2009) afirmam que “o livro didático ainda possui um papel importante na dinâmica do ensino”, porém a presença de erros conceituais nestes materiais nem sempre é notada e discutida pelos professores e alunos. Isso se agrava quando se trata do nível superior, visto que há poucas pesquisas que tratam sobre esse assunto.

Nos últimos anos a literatura relata um crescente interesse em relação ao papel do LD no processo do ensino e aprendizagem, no entanto essas discussões são majoritariamente destinadas para a Educação Básica (MILARÉ, 2007; GIBIN, KIILL E FERREIRA, 2009; SCALCO, CORDEIRO E KIILL, 2015), com ressalva de alguns trabalhos (CÁSSIO, CORDEIRO, CORIO E FERNANDEZ, 2012; PORTO E FERNANDES, 2012 E RAMÍREZ, FLEISNER e VIERA, 2017) que pesquisaram sobre a utilização do LD no Ensino Superior.

É de conhecimento que o Livro Didático, tem um papel de destaque em diversas áreas de ensino. Desta forma, destaca-se a importância de pesquisas nesta área e a sua influência no cenário educacional da Química desde a década de 80 (SCHNETZLER, 1981). As justificativas das pesquisas já desenvolvidas para a escolha deste assunto são praticamente restritas à abrangência, impacto, importância e utilidade dos Livros Didáticos no ensino (PAZINATO *et al.*, 2016).

Atualmente a maioria das pesquisas desenvolvidas têm contribuído com a qualidade dos LDs em futuras edições. Como um exemplo dessas pesquisas, Loguércio, Samrsla e Del Pino (2001) salientam a relevância da elaboração de novos critérios para análise, com o propósito de aprimorar, cada vez mais, a escolha consciente em relação aos conteúdos, sua finalidade e limitações.

Ao analisarem a produção acadêmica brasileira acerca dos LDs, em revistas nacionais que publicam sobre o Ensino de Ciências, Ferreira e Selles (2003) apresentam que a produção acadêmica geralmente pouco abordam a complexidade dos processos envolvidos na seleção das obras e organização desses materiais de ensino.

Neste contexto este trabalho, aborda os conceitos de Ácido e Base, já que constitui um assunto de especial interesse da Química, pois a sua utilização remete a períodos anteriores à própria institucionalização dessa ciência. Além disso, Liso, Torres e Lopéz (2002) abordam o uso de diferentes definições sem a explicitação, por exemplo, para os termos ácido-base, em livros voltados para o Ensino Superior.

Ao longo do tempo, os conceitos de Ácido e Base têm sido definidos a partir de diversas referências (NUNES *et al.*, 2016).

Segundo Silva e Santiago (2012):

As substâncias ácidas e básicas são conhecidas desde as antigas civilizações. Como exemplo, temos a civilização egípcia que se destacou em seus conhecimentos químicos, foi a primeira a obter várias substâncias, entre elas o amoníaco, descrito no papiro de Ebers. Na mitologia egípcia, o deus Thot era o criador do vinho e eles dominavam a fermentação alcoólica e a acética, produzindo álcool e vinagre. Mas, originalmente, o nosso conceito de ácido veio dos gregos, relacionado ao sabor (NUNES *et al.*, p. 53, 2016).

Destaca-se que as definições de Ácido e Base assumem uma posição de destaque na Química, devido ao seu caráter organizador (SILVA *et al.*, 2014). Além disso, este tema é estudado nos diferentes níveis de ensino, sendo discutidos os aspectos históricos, tecnológicos e as aplicações no cotidiano de substâncias com caráter ácido-básico. Neste sentido, a abordagem das definições de Ácido e Base é complexa, já que envolve vários contextos e teorias que foram sendo aceitas pela comunidade científica de determinado período, as quais possuem diferentes aplicações dentro da Química. A partir disso, este trabalho tem como foco de estudo as definições de Ácido e Base em livros de diferentes áreas da Química no nível

superior e apresenta a seguinte problemática: “Como são abordados os conceitos ácido-base nos Livros Didáticos de Química do Ensino Superior?”.

As particularidades do tema em questão são de interessante para o processo de ensino e aprendizagem de Química. No entanto, salvo raras exceções, mesmo os LDs de Química modernos não contextualizam as definições Ácido e Base, ou seja, não são realizadas considerações ao fato de coexistirem diversas definições ácido-base, nem sequer remetem aos seus desenvolvimentos históricos. Isso pode dificultar o entendimento deste tópico, além de causar deformações na visão de Ciência dos estudantes em diversos níveis (NUNES *et al.*, 2016).

Sendo assim, este trabalho justifica-se pela lacuna existente na literatura da área de pesquisas que investiguem os LDs do Ensino Superior. Em específico, em relação à abordagem das definições de Ácido e Base, considera-se de fundamental importância elucidar sobre as teorias enfatizadas em diferentes áreas da Química, além de averiguar como os aspectos históricos e recursos visuais estão sendo empregados.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a abordagem dos conceitos ácido-base nos Livros Didáticos do Ensino Superior, utilizados em cursos de Química Licenciatura de Universidades Federais do Rio Grande do Sul- RS. Desta forma, tem-se como objetivos específicos: (i) mapear os cursos de Química Licenciatura das Universidades Federais do RS; (ii) pesquisar as bibliografias mais utilizadas em componentes curriculares básicos das áreas de Química Analítica, Química Inorgânica, Química Orgânica, Bioquímica e Físico-Química de cursos de Química Licenciatura do RS; (iii) definir os conceitos ácido-base mais utilizados no ensino superior ; (iv) identificar o enfoque do conceito ácido-base nos principais livros em cada área do conhecimento da Química, e (v) analisar o tipo de recursos visuais e níveis de representação presente nas obras.

Este Trabalho de Conclusão de Curso está estruturado em seções. Na próxima seção será apresentada uma revisão da literatura para fundamentar o tema em estudo.

Na seção seguinte, a metodologia empregada na análise dos LDs é exposta, juntamente com a caracterização da pesquisa, fonte de dados e método de análise.

Na sequência, encontra-se a apresentação dos resultados deste estudo. E por fim, nas considerações finais, discorre-se sobre o entendimento dos resultados encontrados e os relevantes aspectos gerados.

2 REVISÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O LD é um instrumento que aborda uma sequência de capítulos, contendo neste material: textos, imagens e exercícios. Diante de sua relevância no ensino, há uma preocupação com sua qualidade, no sentido de que este não se fundamente apenas na sequência tradicional dos conteúdos. Espera-se ainda que este apresente alterações estruturais e metodológicas a fim de que, cada vez mais, essas sequências de conteúdos, juntamente com as atividades de ensino, possam contribuir para uma aprendizagem efetiva (MORTIMER; SANTOS, 2008).

O ensino de química precisa de um LD que se ajuste às peculiaridades de seu enigmático estudo, que leve em consideração as estruturas conceituais e metodologias empregadas. Resalta-se assim, a importância de uma análise em LDs, uma vez que os cursos de Licenciatura em química formam docentes que irão atuar na educação básica.

Kiouranis e Kato (2013) abordam que a disciplina de Química não tem despertado interesse e incentivo para os estudantes, sendo que a maneira que os conteúdos são abordados é pouco dinâmica e ainda tratada como objeto de memorização.

Para que os estudantes estes possam obter um conhecimento mais significativo, devem relacionar os conceitos científicos com a realidade. Para isto reforça-se a relevância que o LD possui como instrumento de apoio para as aulas, uma vez que dão suporte ao processo de ensino e aprendizagem, proporcionando aos alunos o acesso a conceitos químicos por meio de matérias com maior qualidade.

Nos tópicos a seguir apresenta-se uma revisão da literatura para um melhor entendimento deste estudo: Análise dos Livros Didáticos, Livros Didáticos no ensino superior, A importância dos recursos visuais para o ensino de química e Ácido-Base - um pouco da história, referenciais que embasaram teoricamente o trabalho desenvolvido nesta pesquisa.

2.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Nos últimos anos, houve um aumento no interesse de pesquisadores sobre os LDs, conforme mencionado anteriormente. As pesquisas desenvolvidas são voltadas, principalmente, para o Ensino Fundamental e Ensino Médio. A seguir serão apresentados alguns trabalhos com suas diferentes metodologias de análise.

Milaré (2007) aborda as possíveis relações entre as concepções alternativas dos estudantes sobre as ideias do átomo e a forma de abordagem das Ligações Químicas em LDs de Ciências. A pesquisadora traz a importância de se analisar os Livros Didáticos, vendo que este instrumento ainda é um significativo determinante para os programas escolares. Observando que estes livros chegam até a escola através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o qual é um dos programas do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), atrelado ao Ministério da Educação (MEC), tendo a função de coordenar a distribuição gratuita deste material, para auxiliar professores e alunos da educação básica (BRASIL, 2012).

Para este mesmo autor, é considerado ainda que os LDs tragam erros conceituais nesses materiais, que por vezes é passado despercebido pelos profissionais. A metodologia utilizada na pesquisa foi a de Análise de Conteúdo de Bardin e consistiu na leitura dos capítulos referentes às Ligações Químicas e na classificação das explicações em categorias pré-estabelecidas conforme as concepções alternativas apresentadas na literatura.

Gibin, Kiill e Ferreira (2009) analisaram seis livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), desde 2003 ocorreu a ampliação do PNLD, onde foi publicada a resolução CD FNDE nº38, de 15/10/2003, que institui o PNLDEM, que tem como principal objetivo a distribuição gratuita de Livros Didáticos para os alunos das três séries do Ensino Médio (PNLDEM, 2009).

Foi realizada uma categorização das imagens, referente ao tema Equilíbrio Químico. Estas categorias foram analisadas através da proposta de Perales e Jiménez (2002), as quais consideraram os tipos de fotografia, desenho, diagrama, gráfico e tabela. Esta análise identificou que é preciso atenção ao adicionar ilustrações nos textos didáticos, pois, abordam que estas são as únicas fontes de imagens para o professor e o aluno. Sendo fundamental que as contribuições

sugeridas das imagens adicionadas aos livros auxiliem na compreensão dos conceitos químicos.

Ressalta-se que na presente pesquisa, a proposta dos autores mencionados para avaliação dos recursos visuais também constitui um dos critérios para a análise dos LDs utilizados no ensino superior, visto que o recurso visual, muitas vezes, pode ser uma ferramenta didática. Assim, avaliou-se a funcionalidade dos recursos visuais dos LDs referente aos conceitos de Ácido e Base.

Ao utilizar os recursos visuais como uma ferramenta didática nos LDs, é possível auxiliar os professores e estudantes a aprenderem o contexto destes recursos, favorecendo a elaboração conceitual entre eles, tornando-os mais inseridos no processo da aprendizagem.

Pazinato *et al.* (2016) afirmam que apesar das múltiplas fontes de pesquisas existentes atualmente, o LD ainda é a principal ferramenta de consulta utilizada no âmbito escolar. Pois o contato de professores e estudantes às imagens relacionadas ao contexto químico ocorre muitas vezes por intermédio dos LDs.

A importância da análise de imagens nos LDs é reforçada por Perales e Jiménez (2002), onde ressaltam as seguintes funções das imagens nos LDs:

- Ilustrar os livros, ou seja, torná-los mais atrativos para despertar o interesse dos leitores;
- Descrever situações ou fenômenos baseando-se na capacidade humana de processar a informação visual e sua vantagem frente aos textos escritos na estimulação dos modelos mentais;
- Explicar as situações descritas. Isto é, neste caso as ilustrações não mostram apenas o mundo, mas também o que o transforma com a intenção de evidenciar relações ou ideias não evidentes por si mesmas, a fim de facilitar sua compreensão por parte do leitor (PERALES; JIMÉNEZ, 2002, p. 372, tradução nossa).

2.2 LIVROS DIDÁTICOS NO ENSINO SUPERIOR

As publicações que analisam a utilização dos LDs no ensino superior ainda são poucas, mas trazem dados relevantes, (CÁSSIO, CORDEIRO, CORIO E FERNANDEZ, 2012; PORTO E FERNANDES, 2012; RAMÍREZ, FLEISNER e VIERA, 2017; NUNES *et al.*, 2016; SILVA *et al* 2014 e QUEIROZ E FRANCISCO).

Cássio, Cordeiro, Corio e Fernandez (2012), analisaram a compreensão da presença dos íons em soluções aquosas e o papel protagonista dessas espécies durante as transformações químicas em LDs e os resultados foram obtidos com estudantes do primeiro ano de um curso de química. Além disso, neste mesmo estudo, esses autores trazem resultados obtidos por meio de uma atividade na classe, integrando conceitos e representações das reações de ácido-base e óxido-redução em LDs. A partir desta análise dos livros e dos principais obstáculos expostos pelos estudantes na realização da atividade, foi observado um ponto preocupante em comum: o papel dos íons nas transformações químicas em solução não traz a ênfase apropriada nos LDs, e revelou não ser compreendido pelo grupo de estudantes investigados. Os autores detectaram que este papel protagonista é adequado para o ensino superior embora no ensino médio seja necessária uma simplificação, prejudicando o protagonismo deste tema.

Quando se trata da presença da história da ciência nos LDs temos que, “Cada Livro Didático traz consigo, explícita ou implicitamente, concepções a respeito da natureza da ciência e do conhecimento científico” (Porto e Fernandes, 2012). Ainda, esses autores destacam a importância de analisar como o conhecimento científico vem sendo apresentado no Ensino Superior, pois neste campo, os LDs têm a função de promover uma visão organizada do conhecimento, compartilhada por certa comunidade de professores e alunos, resumindo um consenso disciplinar nessa área.

Sendo assim, analisaram a forma que está sendo discutida no LD de Química Geral a história da Ciência, voltado para disciplinas introdutórias do nível superior. Para esta análise utilizaram um instrumento apresentado por Leite (2002), que organiza dimensões de análise, tais como: tipo e organização da informação histórica; materiais utilizados para apresentar a informação histórica; contextos aos quais a informação histórica é relacionada; estatuto do conteúdo histórico; atividades de aprendizagem que abrangem a história da ciência; consistência interna do livro

(no que se refere à informação histórica); bibliografia em história da ciência e, exatidão e precisão da informação histórica.

E por fim, destacam que descrições mais aprofundadas podem ajudar os estudantes em diferentes aspectos para o aprendizado: “na construção de conceitos de química; na compreensão da complexidade da atividade científica ao longo do tempo; bem como no entendimento do fazer científico na atualidade (PORTO E FERNANDEZ, 2012, p. 429)”.

Em uma pesquisa mais atual, Ramírez, Fleisner e Viera, (2017) analisaram o modo de apresentação da Química Quântica em alguns livros de química geral utilizados nos cursos de Química geral: McMurry (2009); Petrucci (2011); Atkins (2012); Brown (2015) entre outros.

A análise foi realizada à luz das características descritas por Castrillón *et al.* (2014), as quais foram adaptadas para a elaboração das seguintes categorias: a escolha epistemológica ou interpretação da teoria, a perspectiva da abordagem, o uso da história e da filosofia da ciência para contextualizar. Serão apresentadas a seguir às características baseadas que serão utilizados na presente pesquisa.

Em relação à perspectiva de abordagem, foram analisados se os LDs apresentam diferenças ou não entre o significado físico/químico e a representação formal dos conceitos envolvidos.

Quanto ao uso da história e filosofia das ciências, foram classificados textos de acordo com o fato de mencionarem ou não os fracassos de teorias ou problemas anteriores que permanecem sem solução como um ponto de partida para uma nova teoria e se eles diferenciam ou não conceitos fundamentais da filosofia da ciência como modelos e teorias.

Além disso, para compreender o domínio de uma teoria é importante que se faça uma apresentação contextualizada. Portanto, além de usar a história e filosofia da ciência, é necessário relacionar conceitos da nova teoria com o contexto do surgimento de uma nova teoria.

Em consonância com outros autores, estes argumentam que a ciência e filosofia é um recurso primordial para a educação química, uma vez que colabora para uma melhor assimilação da sua natureza e ganha lugar no contexto das ciências naturais.

Apesar de estarem ou não concordando com a escolha epistemológica que o autor apresenta, deve haver coerência interna e a perspectiva de abordagem que a

propõe. Além de que, consideraram a relevância de introduzir o estudo dos textos históricos, para que a ciência e a atividade científica se apresentem como um processo de pesquisa e não como um conhecimento acabado ou absoluto. Nesse sentido, é essencial desenvolver uma transposição didática adequada que ajuda a superar visões errôneas da atividade científica.

O trabalho de Nunes *et al.* (2016), assemelha-se quanto ao tema ácido-base e foco da abordagem, apesar de não ser realizado uma análise em LDs, realizam uma revisão sobre a abordagem de ácidos e bases em periódicos classificados nos estratos superiores do *Qualis* nas áreas de ensino e educação.

Foram analisados os artigos que abordam o processo de ensino-aprendizagem de conceitos em 16 periódicos entre 1980 e 2014, categorizando-os por análise de conteúdo. O objetivo dos autores foi contribuir com a área de pesquisa em ensino de química e a prática docente ao analisar a produção quanto ao ensino-aprendizagem dos conceitos de ácido e base nos artigos.

A categorização dos artigos foi realizada a partir da análise de conteúdo 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.

Os resultados obtidos demonstraram que cada artigo possui um estilo de publicação, notando-se que os textos publicados em periódicos brasileiros estão centralizados em propostas experimentais, enquanto os demais apresentam maior diversidade de abordagem didática. Além de evidenciar que os conceitos de ácido e base são assuntos comuns na literatura específica de ensino de ciências/ensino de química.

Outro aspecto relevante entre os periódicos é a predominância de artigos sobre os conceitos de *Arrhenius* e *Bronsted-Lowry* e a pouca preocupação em delimitar os conceitos trabalhados em cada proposta, mesmo problema que tende a se repetir nos livros de ensino superior e médio. Ainda sobre essa categoria analisada, ressalta-se o pequeno número de artigos abordando os conceitos de Lewis e demais conceituações.

Silva *et al.* (2014) investigaram os obstáculos epistemológicos no processo de ensino/aprendizagem da definição ácido-base de Arrhenius nos cursos de química geral oferecidos aos estudantes de Química Industrial e Licenciatura em Química da UFRJ. Questionando o tópico de funções orgânicas e química inorgânica para o

ensino superior (ácido, base, óxido e sal), a partir de um questionário com questões diretas, relacionadas à definição de *Arrhenius*.

As respostas foram analisadas por meio da noção de obstáculo epistemológico proposta na epistemologia de Gaston Bachelard. A definição ácido-base de *Arrhenius* nos cursos de química geral e inorgânica do ensino superior apresentaram um problema: a maioria dos estudantes trouxeram do ensino médio uma compreensão equivocada e confusa do assunto. Pois no questionário que os graduandos responderam, foram exibidos obstáculos em relação às “funções inorgânicas” e a definição ácido-base de *Arrhenius*.

Estes obstáculos foram apresentados quanto à qualidade dos livros do ensino médio além da falta de discussões em relação aos aspectos epistemológicos dos tópicos incluídos nos conteúdos programáticos dos cursos de química do ensino superior.

Salienta-se que independente do nível, seja médio ou superior, não é apenas necessário modernizar os LDs, mas sim estimular uma reforma minuciosa em seu conteúdo e ementas dos cursos.

Já Queiroz e Francisco (2010) discutem a produção acadêmica brasileira sobre os Livros Didáticos de Química, através da análise de dissertações no período entre 2000 a 2008. Estas foram analisadas em relação a alguns aspectos, sendo eles: temática em estudo, ano de defesa, região geográfica brasileira e Instituição de ensino superior de origem e nível de escolaridade no qual os Livros Didáticos investigados nas dissertações são aplicados.

A pesquisa apresentou que 76,90% da produção investigam os LDs do ensino médio, sendo estes os privilegiados pela produção acadêmica. As dissertações relacionadas aos LDs do ensino fundamental apresentaram 23,10%, número relativamente notório em comparação com o nível superior, os quais não identificaram nenhuma dissertação que tenha investigado LDs voltados para o ensino superior.

Quanto aos níveis escolares aos quais pertenciam os LD tratados nas dissertações não existem trabalhos voltados ao Ensino Superior, indicando que maior atenção deve ser dispensada aos livros usados neste nível de ensino. Este fato é preocupante, pois no Ensino Superior se dá a formação de bacharéis e licenciandos que irão disseminar os conhecimentos e concepções sobre a natureza da Química na sociedade. Persiste assim o questionamento em relação aos LD nos cursos de graduação, não somente

em relação a erros conceituais que porventura nele existam, mas também quanto à sua atualidade (QUEIROZ e FRANCISCO, 2010, p. 8).

Em estudos realizados anteriormente os autores já haviam constatado em relação a outros focos temáticos, a escassez de trabalhos voltados ao Ensino Superior (FRANCISCO e QUEIROZ, 2008). Este resultado aponta para a necessidade de investigações relacionadas aos LDs no ensino superior.

E por fim, Nunes *et al.* (2016), realizou uma revisão sobre a abordagem de Ácidos e Bases em teses e dissertações e monografias encontradas no banco de dados da CAPES e do google *scholar*. Posteriormente, as produções foram categorizadas por meio da análise de conteúdo, segundo as categorias determinadas *a priori*: abordagem teórica e nível de ensino.

A escolha dos artigos deu-se a partir da busca das palavras: ácido, base, pH, acidez, basicidade e neutralização. Os textos que apresentaram o termo “Equilíbrio Químico” foram lidos com maior detalhamento e inseridos no estudo somente quando incluíram discussões sobre o equilíbrio ácido-base.

O presente trabalho faz parte de um estudo maior da tese de doutorado de Nunes 2014. Pode-se evidenciar que a maior parte dos estudos é voltada ao ensino médio, deixando como lacunas a serem estudadas o ensino-aprendizagem desses conceitos no ensino fundamental e superior.

2.3 A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS VISUAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A imagem tem um papel significativo no ensino na medida em que este recurso estimula a concentração dos alunos em relação ao conteúdo abordado, elevando a receptividade deles, favorecendo o desenvolvimento pedagógico e ativando o raciocínio lógico (ROCHA; PEREIRA; HENRIQUES, 2011).

Conforme Turner (1990, p. 955), muitos estudantes têm dificuldades em cursos de química, pois “*nunca aprenderam a visualizar sistemas químicos ou a fazer desenhos para ajudar a resolver problemas*”. Ou seja, a visualização de imagem é essencial para que estes tenham um melhor entendimento na química.

Nesta mesma perspectiva, a utilização dos recursos visuais tem sido crescente em particular no ensino de química. Docentes desta área tem elevado o uso desta ferramenta em suas aulas, tornando-as indispensáveis. Segundo Ferreira, 2010:

Uma expressão que significa o uso de todo tipo de representação não verbal, ou seja, símbolos químicos, fórmulas químicas, representações estruturais, fotografias, imagens, modelos, simulações, animações, *softwares* interativos, com existência concreta ou virtual, em formato 1D, 2D ou 3D. (FERREIRA, 2010, p. 14).

De acordo com Wu, Krajcik e Soloway (2001), para o nível de representação macroscópico, os fenômenos são observáveis e o nível de representação submicroscópico é explicado por meio do arranjo e movimento de moléculas, átomos, íons, elétrons ou outras espécies subatômicas. A química no nível simbólico é explicada por meio de representações simbólicas de átomos e moléculas, assim como símbolos químicos como: fórmulas, equações e estruturas. Estão envolvidos três diferentes níveis de representação (macroscópico, submicroscópico e simbólico) no processo de assimilação do conhecimento químico (JOHNSTONE, 1993, 2000).

Para Russel *et al.* (1997), estudos têm mostrado que o uso de animações moleculares em nível submicroscópico e demonstrações em vídeo têm feito com que estudantes consigam relacionar melhor os níveis de representação em geral e, além disso, melhorar a compreensão conceitual.

2.4 ÁCIDO-BASE – UM POUCO DA HISTÓRIA

Ao longo dos séculos vários cientistas e pesquisadores estudaram as propriedades dos ácidos e bases e suas definições, assim evoluindo. Na literatura da área, há diversos estudos sobre a história, teorias, e abordagem do tema.

O trabalho de Chagas (2000) apresentam características de uma boa teoria, e sua importância na ciência. Pois elas apresentam uma escala linear às quais vão se atualizando, as “velhas” dando lugar às “novas”. O objetivo comum destas teorias é definir o que é um ácido e uma base e como estes reagem, entre outros aspectos. O pesquisador aborda um aspecto relevante quanto às chamadas teorias, este apresenta que alguns dos pesquisadores preferem adotar definição, ao invés de teoria, pois se tem como definições o que seja um ácido e uma base dentro de uma teoria mais geral, trazendo o exemplo das definições de *Arrhenius* dentro da Teoria da Dissociação Eletrolítica.

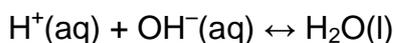
A história do desenvolvimento científico dos ácidos e bases foi descrito e explicado como se segue em ordem cronológica “teorias de *Arrhenius* (1887), protônica (1923), eletrônica (1923)” e outras teorias mais atuais, porém as três primeiras citadas foram escolhidas por serem as estudadas tanto no Ensino Médio quanto aos cursos superiores de Química. A história do desenvolvimento científico dos ácidos e bases foi descrito e explicado como se segue (CHAGAS, 1999).

2.5.1 Teoria de Arrhenius

Svante Arrhenius (1887) químico sueco apresentou como parte de sua teoria da dissociação eletrolítica, definindo:

- Ácido como toda substância que em água produz íons H^+ .
- Base qualquer substância que produz OH^- .

A neutralização seria a reação entre essas duas espécies iônicas, produzindo água:



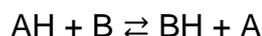
Esta teoria ocasionou desenvolvimento de várias linhas de pesquisa, como o da química analítica, ajudando a estabelecer bases científicas desta área. Porém diante destes progressos, a teoria apresentou-se restrita à água.

2.5.2 Teoria protônica

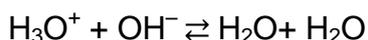
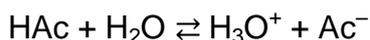
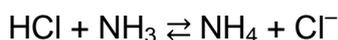
Em 1923, trabalhando de forma independentemente, dois químicos *G. Lewis* (EUA), *T. Lowry* (Inglaterra) e *J. Brønsted* (Dinamarca) propuseram:

- Ácido como um doador de prótons (seria o mesmo que o íon H^+ , o núcleo do hidrogênio, porém essa definição ajuda a diferenciar da teoria de *Arrhenius*).
- Base, um receptor de prótons.

A reação de neutralização seria uma transferência de prótons entre um ácido e uma base.



Exemplos:



Essa teoria permitiu outros estudos como: sistemas fortemente ácidos; sistemas sólidos; desenvolvimento de indicadores para estes meios (*Hammett*, 1928). Estudos de catálise ácido-base, com a respectiva *equação de Brønsted* (*Brønsted*, 1924); estudos de próton e afinidade em fase gasosa (propostos por *Sherman* em 1932, mas cujas medições só foram iniciadas na década de 60) etc. É uma teoria bastante utilizada e atual.

2.5.3 Teoria eletrônica

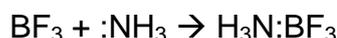
G. N. Lewis (1923) propôs uma teoria ácido-base (juntamente com a teoria protônica), que considerava:

- Ácido (A) é toda espécie química capaz de receber um par eletrônico.
- Base (B) é aquela capaz de doar um par eletrônico (representado por :).

De maneira geral:



O composto A:B recebe nomes diversos, conforme a circunstância: aduto, sal, complexo, complexo ácido base, complexo doador-aceitador, etc. A equação geral abaixo representa uma reação genérica de neutralização. Como exemplos de reações de neutralização estão todas as reações já citadas e outras como:



Essa reação, e muitas outras semelhantes, passaram então a ser consideradas reações ácido-base, e não haviam sido englobadas pelas teorias anteriores. Essa teoria foi aplicada inicialmente no estudo de reações orgânicas e na química de coordenação. Surgiram então os termos: *doador* e *aceitador* (Sidwick, 1927) e *reagentes* eletrofílicos e nucleofílicos (Ingold, 1933), além de considerar oxidantes e redutores.

Lewis (1938) voltou ao tema ácido-base, classificando os critérios fenomenológicos (ou macroscópicos) para esse comportamento:

- A reação entre um ácido e uma base (neutralização) é rápida.
- Um ácido (ou uma base) pode deslocar de seus compostos um ácido (ou uma base) mais fraco (a).
- Ácidos e bases podem ser titulados um com o outro utilizando indicadores de pH para detecção do ponto final.
- Ácidos e bases são capazes de atuar como catalisadores.

Esses critérios são uma síntese brilhante do comportamento ácido-base e *Lewis* une essas observações fenomenológicas com a interpretação molecular (microscópica). Depois disso sua teoria 'decolou', passando a ser vista, em sua generalidade, como uma teoria unificadora, saindo dos contextos restritos em que estava antes.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada na realização deste trabalho encontra-se descrita a seguir:

3.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo classifica-se em uma pesquisa com abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios, pois proporciona maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se afirmar que o objetivo principal desse tipo de pesquisa é o aprimoramento de ideias ou descoberta de intuições. A pesquisa será caracterizada como bibliográfica, a qual é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2002).

3.2 Fonte dos dados

Este trabalho investigou os capítulos que abordam os tópicos de ácido-base em LDs de Química utilizados no Ensino Superior, mais especificamente nos cursos de Química Licenciatura de Universidades Federais do RS. Primeiramente, foi realizado um mapeamento de cursos de Química Licenciatura das Universidades Federais do RS, posteriormente, um levantamento das bibliografias básicas dos componentes curriculares das áreas de Química Analítica, Química Inorgânica, Química Orgânica, Bioquímica e Físico-Química, com base no Projeto Político Pedagógico vigente de cada curso. Selecionando-se a principal obra de cada área.

3.3 Método de análise

Inicialmente, verificou-se a presença dos termos “Ácido e Base” no sumário de cada obra, definindo os capítulos para análise neste estudo.

A avaliação dos textos e imagens presentes nos capítulos ocorreu a partir de cinco critérios: Sequência de assuntos abordados; Número de Páginas do capítulo; Uso da História da Ciência; Perspectiva da Abordagem; Funcionalidade dos recursos visuais e níveis de representação envolvidos nos recursos visuais. O Quadro 1 apresenta a descrição de cada um dos critérios, bem como o referencial teórico que fundamentou a análise.

Quadro 1: Descrição dos critérios.

Critério	Descrição
Sequência de assuntos abordados	Identificar a ordem dos conceitos científicos que estão relacionados às definições ácido- base em cada área da Química.
Número de Páginas do capítulo	Identificar o número de páginas destinadas ao capítulo em cada área analisada.
Uso da História da Ciência	Investigar se as obras usam HC ou não usam a HC. Os limites das teorias anteriores são mencionados ou não, como um ponto de partida para uma nova teoria; (RAMÍREZ, FLEISNER e VIERA, 2017).
Perspectiva da abordagem	Identificar as definições que são enfatizadas em cada obra, ou seja, quais as teorias de Ácidos e Bases mais utilizadas (CHAGAS, 1999).
Funcionalidade dos recursos Visuais	Averiguar a função das imagens utilizadas nos capítulos que abordam o conteúdo ácido-base como ferramenta didática (PERALES; JIMÉNEZ, 2002).
Níveis de representação envolvidos nos recursos visuais	Investigar e as imagens consideram os três níveis de representação da matéria (PAZINATO <i>et al.</i> , 2016).

Fonte: Autor.

Em relação à Perspectiva da Abordagem, foram analisadas as definições enfatizadas em cada obra, ou seja, as teorias de Ácidos e Bases mais utilizadas. Os critérios são apresentados no Quadro 2 (CHAGAS, 1999).

Quadro 2: Critério Perspectiva da Abordagem.

Teorias	Perspectiva de Abordagem
<i>Arrhenius</i> (1887).	Segundo essa teoria, ácido é toda substância que em água aumenta a concentração de íons H^+ e base é aquela que aumenta a concentração de OH^- .
<i>Brønsted-Lowry</i> (1923).	Segundo essa teoria, ácido é um doador de prótons (seria o mesmo que o íon H^+ , o núcleo do hidrogênio, porém essa definição ajuda a diferenciar esta teoria da de Arrhenius) e base, um receptor de prótons.
<i>Lewis</i> (1923).	Ácido é toda espécie química capaz de receber um par eletrônico e base é aquela capaz de doar um par eletrônico (representado por :).
Teorias mais atuais.	Outras teorias, tais como: Durezas de Ácido e Base.

Fonte: Chagas (1999).

Quanto à funcionalidade dos recursos visuais dos Livros Didáticos, as imagens foram classificadas nos critérios apresentadas no Quadro 03 (PERALES; JIMÉNEZ, 2002).

Quadro 3: Critério funcionalidade dos recursos visuais.

Unidade	Definição
Inoperante	A ilustração não apresenta nenhum elemento utilizável, apenas cabe observá-la.
Operante Elementar	A ilustração contém elementos de representação universal.
Sintática	A ilustração contém elementos que exigem o conhecimento de normas específicas.

Fonte: Perales e Jiménez (2002).

Em relação aos Níveis de representação envolvidos nos recursos visuais, verificaram-se as dimensões do conhecimento químico contempladas pelas imagens. Os critérios utilizados para avaliar estão apresentados no Quadro 04 (PAZINATO *et al.* 2016).

Quadro 4: Critério níveis de representação envolvidos nos recursos visuais.

Critério	Definição
Macroscópio (Mac)	Apresenta apenas aspectos observáveis e realistas.
Submicroscópio (Smic)	Ilustra aspectos inobserváveis e abstratos.
Simbólico (Simb)	Utiliza símbolos e códigos da Química.
Relaciona dois níveis	Relaciona dois níveis, pode ser de três tipos: Mac ↔ Smic Mac ↔ Simb Smic ↔ Simb
Relaciona os três níveis	Transita entre os três níveis: Mac ↔ Smic ↔ Simb 

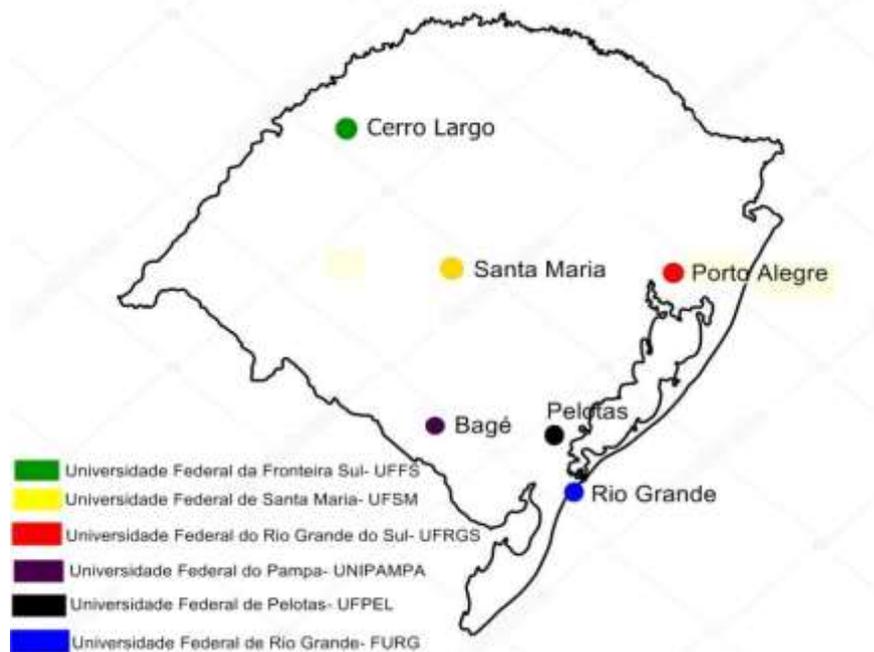
Fonte: Pazinato *et al.* (2016).

A metodologia utilizada para avaliação dos capítulos destinados às teorias de ácido e base nos LDs investigados foi realizada pela acadêmica autora deste Trabalho de Conclusão de Curso. Esta analisou de forma independente os capítulos referentes ao conteúdo de Ácidos e Bases de acordo com os critérios expostos anteriormente. Em caso de divergência entre as análises, estas foram reavaliadas e discutidas em conjunto, com os orientadores deste estudo com a finalidade de entrarem em acordo, evitando interpretações equivocadas.

4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

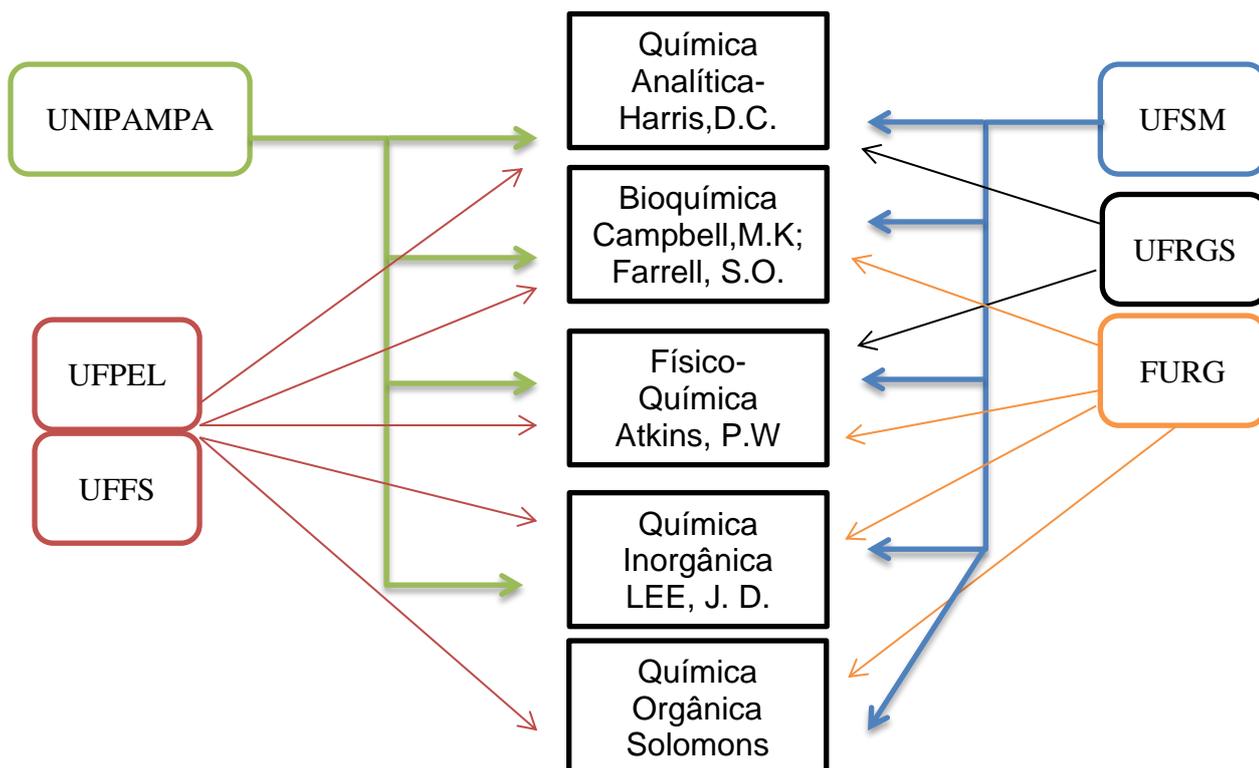
Os dados desta pesquisa foram inicialmente coletados através do mapeamento dos cursos de Química Licenciatura das seis Universidades Federais do RS apresentados na Figura 1.

Figura 1- Localização dos cursos de Química Licenciatura das Universidades Federais do RS.



Fonte: Autor.

Como já mencionado, para este estudo foi feito um levantamento das bibliografias nas ementas dos componentes curriculares básicos de Química Licenciatura das Universidades Federais do RS, nas seguintes áreas: Química Analítica, Bioquímica, Físico-Química, Química Inorgânica e Química Orgânica. No Esquema 1, encontram-se detalhadas as bibliografias mais frequentes para cada uma das áreas analisadas.



Esquema 1: Bibliografias mais frequentes nas ementas das disciplinas analisadas neste estudo.

Conforme o Esquema 1, as bibliografias de “Química Analítica - Harris, D.C” e “Físico - Química Atkins, P.W” são comuns nas ementas dos seis cursos contemplados neste estudo. Já as bibliografias de Bioquímica - Campbell, M.K, Farrell, S.O. e Química Inorgânica - LEE, J. D., são mencionadas nas ementas de cinco graduações. Por fim, a menos comum foi à área de Química Orgânica, onde apenas quatro cursos apresentam o livro “Química Orgânica - Solomons” em comum.

No Quadro 5 atribuiu-se códigos a cada um dos livros mais utilizados, nas áreas analisadas, nos cursos de Química Licenciatura das universidades federais do RS, a fim de facilitar a disposição dos dados analisados no decorrer deste estudo, o qual apresenta as informações em relação ao título do livro, autor, editora, edição e ano das cinco referências analisadas neste estudo.

Quadro 5- Livros de cada área da Química selecionados para análise.

Código	Título do livro	Autor	Editora	Edição	Ano
A	<i>Análise Química Quantitativa</i>	Harris, D.C.	LTC Editora	6° ed	2005
B	<i>Bioquímica</i>	Campbell, M. K.	Armed Editora	3ª ed	2006

C	<i>Físico-Química</i>	Atkins, P.W.	LTC Editora	8ª ed	2008
D	<i>Química Inorgânica não tão concisa</i>	LEE, J. D.	Editora Blucher	5º ed	2011
E	<i>Química Orgânica</i>	T. W. Graham Solomons e Craig B. Fryhle	LTC Editora	10ºed	2013

Fonte: Autor.

Primeiramente analisou-se a sequência de assuntos nos capítulos que abordam o tema ácido-base o número de páginas e abordagem da História da Ciência nos livros A, B, C, D e E. (Quadro 6).

Quadro 6: Análise da sequência de assuntos, número de páginas e uso da HC. (*apresentam a HC de forma empirista e superficial, contemplando apenas a data de descoberta das teorias).

Livro	Sequência de Assuntos	p.	Uso da HC
A	-Capítulo 6: Equilíbrio Químico: Equilíbrio Químico no meio ambiente. -A constante de Equilíbrio: Uso das constantes de Equilíbrio. -Equilíbrio e Termodinâmica: Entalpia; Entropia; Energia Livre; Princípio de Le Châtelier. -Produto de Solubilidade. -O efeito de íon comum. -Separação por precipitação. -Formação de complexos: Ácidos e Bases de Lewis. -Efeitos da formação de íons complexos na solubilidade. -Ácidos e Bases próticos: Ácidos e Bases de Bronsted- Lowry; Ácidos e Bases Conjugados; A natureza do H ⁺ e do OH ⁻ . -pH. -Força dos Ácidos e Bases: Ácidos e Bases Fortes; Ácidos e Bases Fracos; Classes comuns de Ácidos e Bases Fracos; Ácidos e Bases Polipróticos; Relação entre K _a e K _b .	28	Não usam HC*.
B	-Capítulo 2: Água: O Solvente das Reações Bioquímicas. -A Natureza Polar da Molécula de Água. -As propriedades Solventes da Água. -A Ponte de Hidrogênio. -Ácidos e Bases. -A Autodissociação da Água e a Escala de pH: controlando a acidez. -Curvas de Titulação. -Tampões.	23	Não usam a HC.
C	-	-	-
D	-Capítulo 8: O Hidrogênio e os Hidretos. -Estrutura Eletrônica. -Posição na Tabela Periódica. -Abundância de Hidrogênio. -Obtenção de Hidrogênio. -Propriedades do Hidrogênio Molecular. -Isótopos de Hidrogênio. -Orto- e Para- Hidrogênio. -Hidretos: Hidretos iônicos ou salinos; Hidretos covalentes; Hidretos metálicos (ou intersticiais; Hidretos intermediários). -O íon Hidrogênio. -Ligações de Hidrogênio: Ácidos e Bases; A teoria de Arrhenius; Ácidos e Bases em solventes protônicos; A teoria de Bronsted- Lowry; A Teoria de Lewis; O solvente; A definição de Lux- Flood; A definição de Usanovich; Ácidos e bases duros e moles.	15	Não usam HC*.

E	<ul style="list-style-type: none"> - Capítulo 3: Introdução às Reações Orgânicas e seus Mecanismos-Ácidos e Bases. -As reações e seus mecanismos. -Reações ácido-base. -Ácidos e Bases de Lewis. -A força de Ácidos e Bases de Bronsted-Lowry: K_a e pK_a Como prever o resultado de Reações Ácido-Base. -As relações entre estrutura e Acidez. -Variações de Energia. -Acidez dos Ácidos Carboxílicos. -Efeito do Solvente na Acidez. -Compostos Orgânicos como Bases. -Ácidos e Bases em Soluções Não Aquosas. -Reações Ácido-Base e a Síntese de Compostos Marcados com Deutério ou Trítio. 	40	Não usam HC*.
---	---	----	---------------

Fonte: Autor.

O livro E, apresenta Introdução às Reações Orgânicas e seus Mecanismos-Ácidos e Bases com 40 páginas, totalizando o maior número. Possivelmente pelo fato de existir diversas reações orgânicas que o livro contempla.

No livro A, 28 páginas são dedicadas ao capítulo “Equilíbrio Químico: Equilíbrio Químico no meio ambiente”.

O livro B, em 23 páginas, aborda “Ácidos e Bases” no capítulo intitulado “Água: O Solvente das Reações Bioquímicas”.

O livro D, nas 16 páginas, exhibe o menor número de páginas para abordar a temática no capítulo “O Hidrogênio e os Hidretos”, apresenta todas as teorias, ainda menciona as teorias mais atuais, sendo elas: O solvente; A definição de Lux - Flood; A definição de Usanovich e Ácidos e bases duros e moles.

E por fim, o livro C não enfatiza as teorias, possivelmente por abordar o conteúdo de Termodinâmica. Neste livro encontrou-se no capítulo “Estrutura Molecular”, que a Ligação Covalente foi identificada por *G. N. Lewis* (1916), como um par de elétrons compartilhado entre dois átomos vizinhos.

Nenhum dos livros analisados abordam aportes da HC no desenvolvimento das definições ácido-base, pois não apresentam informações sobre a vida do cientista, contexto social, fotos e problemas enfrentados pelo(s) cientista(s) durante o desenvolvimento das pesquisas. Apenas são mencionadas as datas das teorias nos livros E (o ano em que Lewis propôs a teoria), A (menciona o ano da publicação da definição de Ácidos e Bases por *Bronsted*) e D (exibe as datas das definições das teorias de *Arrhenius*, *Bronsted* e *Lewis*), no intuito de situar o acadêmico em um período, porém informações mais específicas sobre o contexto da HC não são

apresentadas. O enfoque é dado para os conceitos científicos em suprimento da abordagem histórica.

A seguir serão contemplados, para cada livro, os critérios Perspectiva de Abordagem, Funcionalidade e Níveis de representação.

4.1 Análise do critério Perspectiva de Abordagem e Recursos Visuais para o livro A

Em um primeiro momento temos a Perspectiva de Abordagem para o livro A (Quadro 7) que não menciona a Teoria de *Arrhenius* e Teorias mais atuais. Apenas as de *Lewis* e *Brønsted-Lowry*.

Lewis (1923) relaciona íons complexos e para *Brønsted-Lowry* apresentam a sua definição em relação a solventes não aquosos.

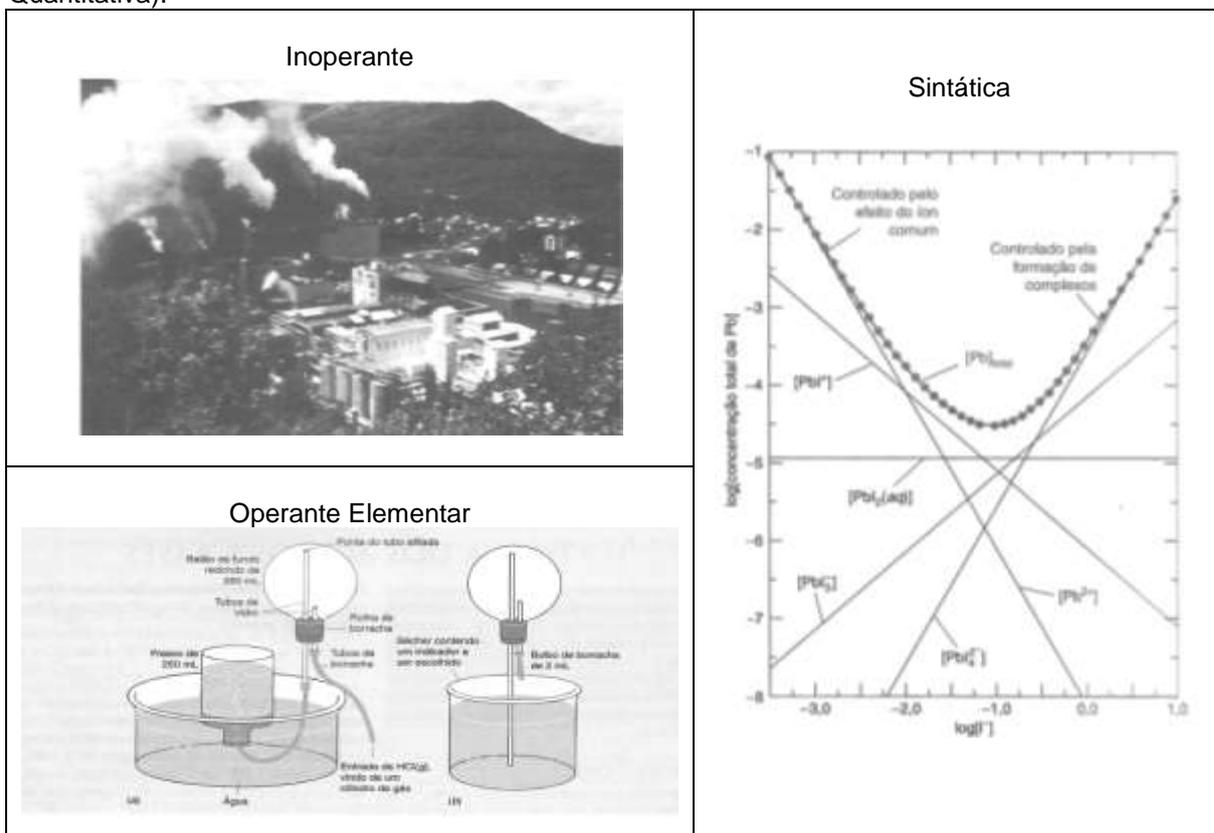
Quadro 7: Critério Analisado: Perspectiva da Abordagem do livro A (Análise Química Quantitativa).

Teorias	Perspectiva de abordagem				
<i>Arrhenius</i>	-				
<i>Lewis</i> (1923).	<p>“Um ácido de Lewis aceita um par de elétrons proveniente de uma base de Lewis quando os dois formam uma ligação química.” O livro apresenta um resumo desta teoria:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">Ácido de Lewis + base de Lewis \rightleftharpoons aduto</p> <table style="margin: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Par de elétrons</td> <td style="text-align: center;">Par de elétrons</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Receptor</td> <td style="text-align: center;">Doador</td> </tr> </table> </div>	Par de elétrons	Par de elétrons	Receptor	Doador
Par de elétrons	Par de elétrons				
Receptor	Doador				
<i>Brønsted-Lowry</i> (1923).	<p>“Bronsted e Lowry classificaram os ácidos como doadores de prótons e as bases como receptores de prótons. O HCl é um ácido (doador de próton), por isso, aumenta a concentração de H_3O^+, na água.” $HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$ O livro apresenta um resumo desta teoria:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Ácido de Bronsted e Lowry: doador de prótons Base de Bronsted e Lowry: receptor de prótons</p> </div> <p>A definição de Bronsted e Lowry não requer que o H_3O^+ seja formado. Essa definição pode, portanto, ser entendida a solventes não aquosos e igualmente para a fase gasosa:</p> $\underset{\text{Ácido Clorídrico}}{HCl_{(g)}} + \underset{\text{Amônia}}{NH_{3(g)}} \rightleftharpoons \underset{\text{Cloreto de amônio}}{NH_4^+Cl^-}_{(s)}$				
Teorias mais atuais.	-				

Fonte: Autor.

Em relação à função didática dos recursos visuais utilizados para a abordagem da definição ácido-base, apresenta-se no Quadro 8 os resultados obtidos.

Quadro 8: Critério Analisado: funcionalidade dos recursos visuais do livro A (Análise Química Quantitativa).



Fonte: Autor.

Para as unidades elementares do livro A, são apresentadas duas imagens inoperantes, quatro imagens do critério operante elementar e apenas um sintática, como segue nos exemplos ilustrados no Quadro 8.

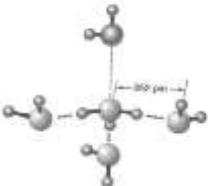
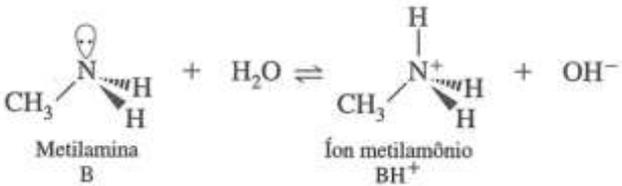
Na Figura inoperante cabe apenas observá-la, está relacionada com o Equilíbrio Químico no meio ambiente, exibindo efluentes de uma fábrica de papel. Para operante elementar, é apresentado um experimento intitulado “O Chafariz de HCl”.

E por fim, na Figura Sintática, com elementos específicos da química para a formação de complexos, é exigido um conhecimento prévio para compreensão. Esse tipo de imagem apresenta um grande número de informações, quando utilizada em um contexto adequado, podem auxiliar a compreensão dos conceitos relacionados

com a estrutura da matéria, pois exigem o conhecimento de normas específicas e pré-estabelecidas pela disciplina de química.

Em relação aos níveis de representação envolvidos nos recursos visuais utilizados para a abordagem da definição ácido-base, apresenta-se no Quadro 9 os resultados obtidos.

Quadro 9: Critério Analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do livro A (Análise Química Quantitativa).

<p style="text-align: center;">Smic</p> 	<p style="text-align: center;">Mac</p> 
<p style="text-align: center;">Simb</p> 	

Fonte: Autor.

Para níveis de representação, o capítulo apresenta três imagens submicroscópicas e enumera 40 reações e equações simbólicas, incluindo exemplos e explicações ao longo do capítulo, contabilizando aproximadamente 80 representações com este perfil. Além destas citadas, apresenta duas imagens macroscópicas. De acordo com a literatura, o nível de representação simbólico, é uma linguagem da química que facilita a relação desta área da ciência com o cotidiano (Pazinato et al. 2016).

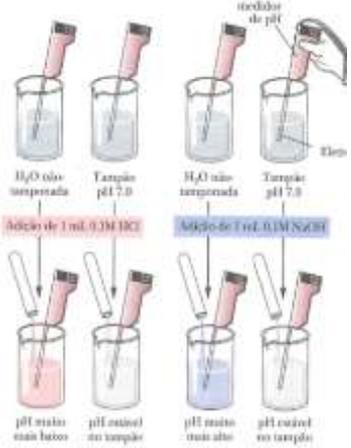
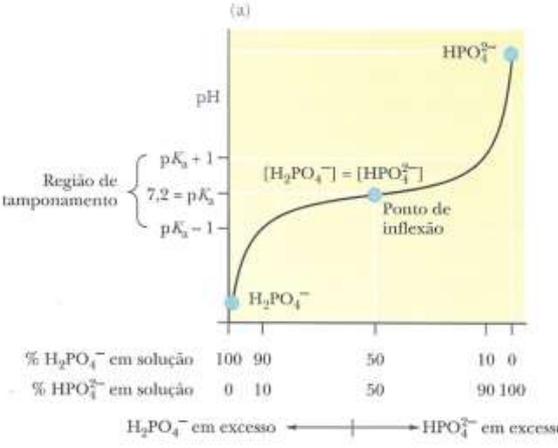
A imagem Smic, apresenta as ligações de hidrogênio de moléculas de Água com o íon hidrônio (H_3O^+) aquoso. Para a Simb no tópico “Classes comuns de ácidos e Bases fracas”, demonstram que a metilamina é uma base fraca. Porém, na Figura Mac, exibe uma precipitação do Iodeto de Chumbo (II) (PbI_2), a qual possui a função de ilustrar as modificações observáveis de uma reação química.

4.2 Análise do critério Recursos Visuais para o livro B

O livro B, não apresenta o critério Perspectiva da Abordagem, pois este não define nenhuma das teorias analisadas.

No Quadro 10 é apresentado o resultado obtido para o critério Funcionalidade dos recursos visuais do capítulo avaliado do livro B.

Quadro 10: Critério analisado: funcionalidade dos recursos visuais do livro B (Bioquímica).

<p>Operante elementar</p> 	 <p>Inoperante</p>
	<p>Sintática</p>  <p>(a)</p> <p>Região de tamponamento</p> <p>$pK_a + 1$</p> <p>$7,2 = pK_a$</p> <p>$pK_a - 1$</p> <p>$[H_2PO_4^-] = [HPO_4^{2-}]$</p> <p>Ponto de inflexão</p> <p>$H_2PO_4^-$</p> <p>HPO_4^{2-}</p> <p>% $H_2PO_4^-$ em solução: 100 90 50 10 0</p> <p>% HPO_4^{2-} em solução: 0 10 50 90 100</p> <p>$H_2PO_4^-$ em excesso ← → HPO_4^{2-} em excesso</p>

Fonte: Autor.

Para a funcionalidade dos recursos visuais, o livro totaliza uma imagem inoperante, uma operante elementar e quatro sintáticas.

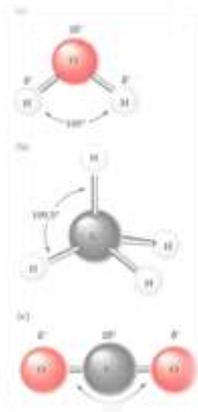
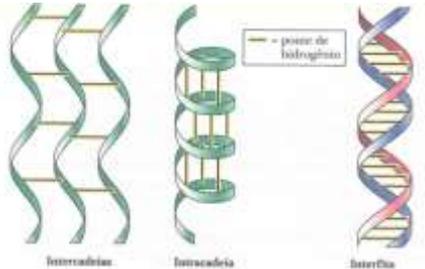
O capítulo apresenta uma imagem inoperante, ilustração utilizada com o propósito de iniciar a discussão sobre o assunto, esta imagem apresenta os estados líquido e sólido da água. Abordando um exemplo do cotidiano das propriedades dessa molécula introduzindo o capítulo, apenas com a função ilustrativa, pois não apresenta símbolos ou códigos da química.

Para operante elementar a qual a ilustração apresenta elementos universais, a obra demonstra um tamponamento com exemplos de adição de HCl a água tamponada e não tamponada e posteriormente com a adição de NaOH nestas mesmas condições.

Por fim, foram encontradas quatro imagens do tipo sintática, as quais exigem maior conhecimento do assunto, não sendo recomendadas para introduzirem tópicos. A imagem selecionada, apresentada no Quadro 10, ilustra um gráfico com a curva de titulação e a ação tamponante do H_2PO_4^- , o que exige interpretação dos estudantes para sua compreensão.

O resultado referente ao critério níveis de representação envolvidos nos recursos visuais deste capítulo é apresentado no Quadro 11.

Quadro 11: Critério analisado: níveis de Representação envolvidos nos recursos visuais do livro B (Bioquímica).

<p>Relaciona 2 níveis</p> 	<p>Mac</p> 
<p>Simb</p> $\text{HA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$ <p> Ácido Base Ácido Base conjugado conjugado à água a HA </p>	<p>Smic</p> 

Fonte: Autor.

O capítulo avaliado apresenta 17 representações que relacionam dois níveis, uma imagem do tipo Mac, 26 Simb e quatro Smic.

Um exemplo de imagem que relaciona dois níveis (submicroscópico e simbólico) é a representação da estrutura das moléculas da água do metano e dióxido de carbono, mostrando os ângulos das ligações que resultam de suas respectivas polaridades, as quais resultam em um momento dipolar nulo, caracterizando o comportamento apolar dessas.

A imagem simbólica é representada por uma reação de ácido qualquer com a água e a formação de seus, respectivos, ácido e base conjugada.

A Submicroscópica representa as ligações de Hidrogênio, intercadeia, intracadeia de proteínas e interfita do DNA.

Ainda no capítulo “O Comportamento das Proteínas: Enzimas”, no subtítulo, “os Tipos de Mecanismos Catalíticos”, são mencionamos as definições de *Bronsted-Lowry* e *Lewis* ao longo da discussão sobre catálise ácido-base.

Primeiramente, é apresentada a definição *Bronsted-Lowry* como sendo “Ácido é um doador de prótons” e “Base sendo um acceptor de prótons”. Logo após na catálise ácido-base, são definidos os conceitos de *Lewis* como “Ácido é um acceptor de um par de elétrons” e “Base é um doador de um par de elétrons”.

4.3 Análise dos critérios: Perspectiva de Abordagem e Níveis de Representação envolvidos nos recursos visuais para o livro D

No Quadro 12, são apresentados os resultados referentes ao critério “Perspectiva de abordagem” utilizada em relação à definição ácido-base.

Quadro 12: Critério analisado: Perspectiva da Abordagem do livro D (Química Inorgânica não tão concisa).

Teorias	Perspectiva de abordagem
Arrhenius	<p>Em 1884, Arrhenius sugeriu a teoria da dissociação eletrolítica e propôs a auto-ionização da água:</p> $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ <p>Substâncias que produziam H^+ foram denominadas ácidos e aquelas que produziam OH^- bases. Uma típica reação de neutralização é a seguinte:</p> $\text{HCL} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Ácido Base Sal Água</p> <p>Ou simplesmente:</p> $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

<i>Brønsted-Lowry</i> (1923).	Em 1923, Bronsted e Lowry, independentemente, definiram ácidos como sendo doadores de prótons e bases com receptores de prótons. $2\underset{\text{solvente}}{\text{H}_2\text{O}} \rightleftharpoons \underset{\text{ácido}}{\text{H}_3\text{O}^+} + \underset{\text{base}}{\text{OH}^-}$
<i>Lewis</i> (1923).	Um próton é um ácido de Lewis e a amônia é uma base de Lewis, pois o par de elétrons livres do nitrogênio pode ser doado para um próton: $\text{H}^+ + \text{:NH}_3 \rightleftharpoons [\text{H} \leftarrow \text{:NH}_3]^+$ Analogamente, o HCl é um ácido de Lewis porque ele pode receber um par de elétrons de uma base como a água, embora este processo seja seguido por uma ionização: $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightleftharpoons [\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCL}] \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
Teorias mais atuais.	O solvente; A definição de Lux - Flood; A definição de Usanovich; Ácidos e bases duros e moles.

Fonte: Autor.

Em relação à Perspectiva de Abordagem no livro D, são mencionadas todas as teorias.

Para *Arrhenius*, apresentam que os ácidos eram identificados pelo seu gosto azedo e as bases eram substâncias que reagiam com ácidos formando sais. Além de que quase sempre as reações em solução eram efetuadas em água.

No que se refere à teoria de *Brønsted-Lowry* (1923), além de ser apresentada a definição, a utilidade desta é abordada, se estendendo a aplicabilidade da teoria de ácidos e bases a solventes diferentes da água, como amônia líquida, ácido acético glacial e ácido sulfúrico anidro, bem como todos os outros solventes contendo hidrogênio, frisando que as bases são receptoras de prótons, não havendo necessidade da presença do íon OH^- .

Para *Lewis* (1923), o livro D, antes da definição da teoria, descreve como foi seu desenvolvimento, contando que não depende da presença de prótons e não envolve reações com o solvente. Segundo Lewis, os ácidos são substâncias capazes de receber pares de elétrons e bases são substâncias capazes de doar pares de elétrons.

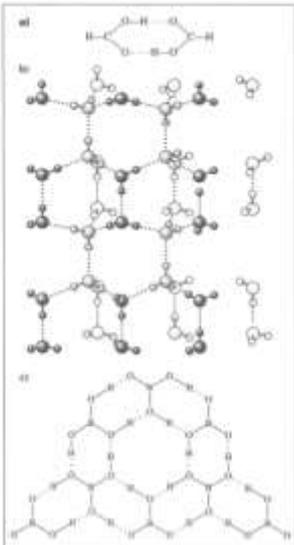
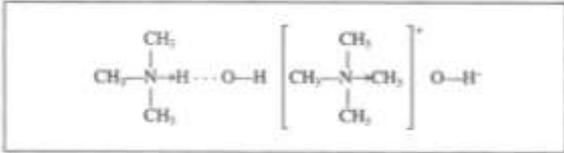
E por fim, os autores trazem as teorias mais atuais: O solvente que classifica sobre ácidos e bases “Os ácidos são definidos como substâncias que aumentam a concentração de íon positivo característico do solvente”; A definição de *Lux - Flood* “em vez de usar prótons ou íons característicos do solvente, eles definiram ácidos como sendo óxidos capazes de receber oxigênio, e bases como óxidos que cedem oxigênio”; A definição de *Usanovich* definindo “um ácido é uma espécie química qualquer que reage com bases, libera cátions, ou recebe ânions ou elétrons” e a “base é uma espécie química qualquer que reage com ácidos, libera ânions ou

elétrons, ou se combina com cátions”; *Ácidos e bases duros e moles*, estes podem ser divididos em dois grupos, sendo eles: “metais do tipo a) incluem os íons pequenos dos grupos 1 e 2, são pequenos e não muito polarizáveis e combinam-se preferencialmente com ligantes também pequenos e não muito polarizáveis” e os “metais do tipo b) íons de metais de transição localizados à direita na série e os complexos de ametais de transição em baixo estado de oxidação.

“Analogamente, os metais do tipo b e os ligantes, maiores e mais polarizáveis, com que se combinam preferencialmente, foram denominados por ele de ácidos moles e bases moles (pág. 136)”.

O LD D, intitulado *Química Inorgânica não tão concisa* - LEE, J. D., não apresenta o critério funcionalidade dos recursos visuais. A seguir o quadro 13 apresenta os níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do capítulo.

Quadro 13: Critério analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais do livro D (Química Inorgânica não tão concisa).

Relaciona 2 níveis	Simb
	

Fonte: Autor.

Quanto aos níveis de representação contemplados nos recursos visuais da obra, detectaram-se 80 imagens do tipo simbólica, as quais geralmente representam as reações ácido-base. Além disso, exibem uma imagem que relaciona dois níveis.

A Simb exibe a estrutura dos hidróxidos de trimetila e tetrametilamônio. E na imagem que Relaciona dois níveis, exibe estruturas simbólicas e submicroscópicas, apresentam as estruturas com ligações de Hidrogênio. Conforme Gibin e Ferreira

2013, a utilização de imagens com diversos níveis de representação ajudam a relacionar a teoria com a prática no aprendizado químico, fazendo com que os estudantes tenham um maior nível de abstração do conteúdo.

4.4 Análise dos critérios: Perspectiva de Abordagem e Níveis de Representação envolvidos nos Recursos Visuais para o livro E

As Perspectivas de abordagem do livro E são exibidas no Quadro 14.

Quadro 14: Critério analisado: Perspectiva da Abordagem do livro E (Química Orgânica).

Teorias	Perspectiva da Abordagem: Reações Orgânicas
Arrhenius	-
<i>Brønsted-Lowry</i> (1923).	“As reações ácido-base de Bronsted- Lowry envolvem a transferência de prótons”; “Um ácido de Bronsted-Lowry é uma substância que pode doar (ou perder) um próton”; “Uma base de Bronsted-Lowry é uma substância que pode receber (ou remover) um próton”.
<i>Lewis</i> (1923).	“Ácidos são receptores de pares de elétrons” e “Bases são doadores de pares de elétrons”.
Teorias mais atuais.	-

Fonte: Autor.

Observa-se no LD E, a ausência da Teoria de *Arrhenius* e teorias mais atuais, sendo priorizadas as teorias de *Brønsted-Lowry* e *Lewis*.

Para a teoria de *Brønsted-Lowry* (1923), além de classificar os reagentes como ácidos ou bases e os produtos de acordo com seu ácido ou base conjugados, são apresentadas situações de Ácidos e Bases em meio aquoso, exemplificando compostos iônicos dissolvidos em água e seus íons solvatados.

Em relação à força de ácidos e bases de *Bronsted Lowry*, essas são expressas por meio dos termos constante de acidez (K_a) e do negativo do seu logaritmo (pK_a).

A definição de *Lewis* (1923) é apresentada, sendo enfocada sua definição e fornecidos exemplos dos átomos deficientes de elétrons do grupo III, tais como Boro e Alumínio, classificados como ácidos de *Lewis*. Além disso, o LD E utiliza mapas de potencial eletrostático nas exemplificações ao longo do texto, com o propósito de ilustrar a distribuição eletrônica desigual dentro de uma mesma molécula.

Em relação à funcionalidade dos recursos visuais da obra, os resultados obtidos são apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15: Critério analisado: funcionalidade dos recursos visuais do livro E (Química Orgânica).

<p>Inoperante</p> 	<p>Operante Elementar</p> 
<p>Sintática</p>  <p>Náilon</p>	

Fonte: Autor.

O capítulo traz quatro imagens Inoperantes, uma sintática e uma operante elementar.

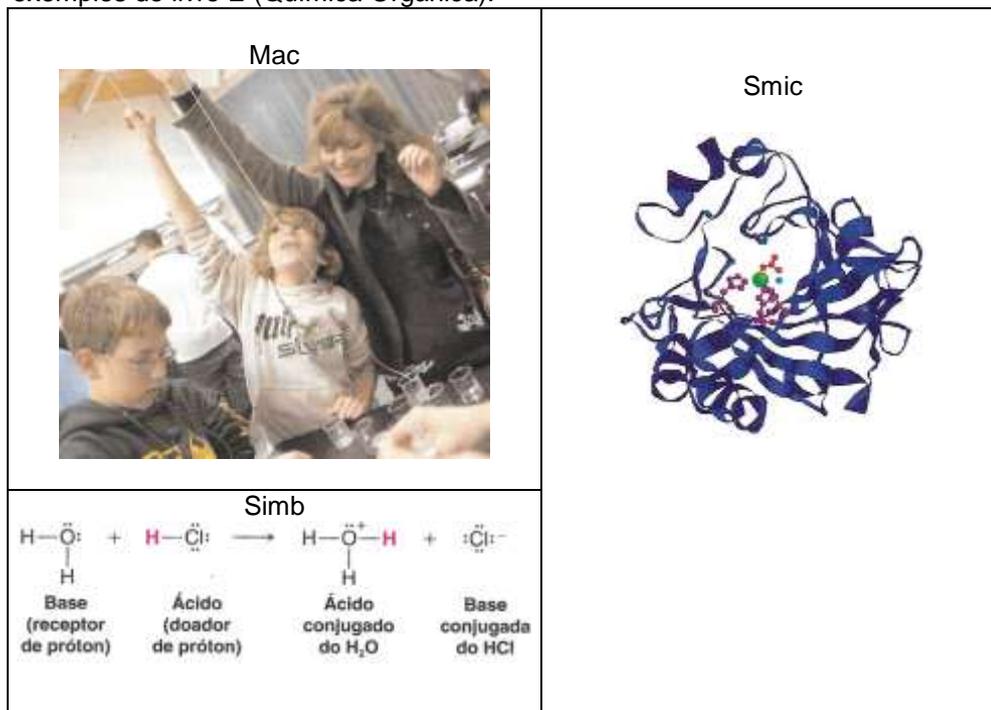
A figura classificada como inoperante possui apenas função ilustrativa, apesar de apresentar o contexto em que está relacionada: “*A cor das hortênsias depende em parte da acidez relativa do solo*”, cabe apenas observá-la.

Referente ao exemplo de unidade operativa elementar, através de elementos de representação universal, é ilustrado o rótulo de um medicamento para o descongestionamento nasal: “*A pseudoefedrina é uma amina vendida como o seu sal de hidrocloreto*”, esta imagem tem o propósito de exemplificar a aplicação de uma base (pseudoefedrina) no dia a dia.

A imagem que exemplifica a representação sintática ilustra a molécula do Náilon. Esta representação possui valor didático para o ensino das reações orgânicas, visto que aplica normas específicas e auxilia na elaboração de um modelo mental para formação de molécula de Náilon, o que muitas vezes, não é evidente para os estudantes através da linguagem textual.

O resultado obtido no critério “níveis de representação” do capítulo investigado, consta no Quadro 16.

Quadro 16: Critério analisado: níveis de representação envolvidos nos recursos visuais exemplos do livro E (Química Orgânica).



Fonte: Autor.

O capítulo apresenta quatro imagens do tipo Mac, 18 Smic e 100 Simb. É válido ressaltar que esta obra não apresenta imagens que relacionem mais de um nível.

A imagem macroscópica, apresentada no quadro 16, tem a função de atrair a atenção dos leitores para a leitura do capítulo: “Uma Introdução às Reações Orgânicas e Seus Mecanismos - Ácidos e Bases”, a qual associa a reação química com um ato de magia, ilustrando de forma real esta espécie de “mágica” na foto, em que se visualiza um estudante puxando um fio de Náilon sólido de um recipiente que contém duas soluções imiscíveis. O texto que acompanha este recurso visual é: “A síntese do Náilon não é uma mágica, mas é realmente incrível e divertida, e reações como estas transformam o mundo (pág. 100)”.

A figura submicroscópica privilegia aspectos inobserváveis da matéria, em que é abordada a “Anidrase Carbônica: Um íon zinco atua como um ácido de Lewis no mecanismo da enzima”.

Esse tipo de ilustração apresenta símbolos e códigos específicos da Química, como pode ser observado na figura, que mostra a reação do Cloreto de Hidrogênio (HCl) puro gasoso quando borbulhado em água.

Por fim, entre os livros analisados neste estudo, este é o que possui maior número de imagens submicroscópicas, o que privilegia os aspectos inobserváveis da matéria. Essas são fundamentais para oportunizar aos alunos uma assimilação e observação além das imagens macroscópicas. Isso confirma a importância dos LDs serem fontes deste tipo de representação, pois facilita a aprendizagem do estudante por meio de discussão e imaginação a nível submicroscópico (GIBIN E FERREIRA, 2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Professores e autores dos LDs devem proporcionar que as representações visuais e conteúdos nessas obras sejam claras, de forma que facilitem à compreensão de quem as lê. Em relação às imagens nos Livros Didáticos, consta na literatura que estas “com carga cognitiva alta” são consideradas de difícil leitura pelos estudantes e podem dificultar a organização e o processamento de informações, prejudicando a aprendizagem (Coutinho, Soares e Braga, 2010).

Neste trabalho foram analisadas aproximadamente 400 representações visuais relacionadas com os capítulos que contemplam as teorias de ácidos e bases, presentes nos cinco livros selecionados e analisados. Em relação aos critérios analisados, os resultados dessa pesquisa apontam diferenças entre as obras nos critérios analisados, que serão apresentados e discutidos a seguir.

Percebe-se com este estudo que os conceitos de ácido e base são assuntos comuns em quatro livros dos cinco analisados, pois o C não enfatiza as teorias, apenas menciona *Lewis* como sendo o principal conceito da Ligação Covalente em um par de elétrons compartilhado entre dois átomos vizinhos. Dentre os quatro livros analisados cada um apresenta seu próprio perfil de perspectiva de abordagem, ou seja, possui o enfoque na área específica da química que aborda.

Os dados obtidos a partir da análise deste critérios indicam algumas diferenças em como estão apresentadas em cada livro. Assim, a seguir têm-se algumas considerações que emergiram dos resultados obtidos neste trabalho:

(i) seis Universidades Federais contemplam os cursos de Química Licenciatura do RS (UFFS, UFSM, UFRGS, UNIPAMPA, UFPEL e FURG); (ii) os LDs mais empregados em cada área da química nestes cursos em cada área são: Química Analítica- Harris,D.C., Bioquímica- Campbell,M.K; Farrell, S.O., Físico-Química- Atkins, P.W., Química Inorgânica- LEE, J. D. e Química Orgânica- Solomons; (iii) a maioria dos conceitos ácido-base encontrados nos livros analisados foi de *Bronsted-Lowry* e *Lewis*, sendo que o de *Arrhenius* e teorias mais atuais foram pouco mencionadas (apenas o livro D); (iv) há enfoque específico para área no contexto da obra; (v) em relação à funcionalidade dos recursos visuais e níveis de representação envolvidos nos recursos visuais identificou-se que: Os livros A, D e E, apresentam todos os critérios analisados neste estudo; Já o livro B, parte do pressuposto que o

leitor possua os conceitos prévios, das disciplinas de químicas geral e inorgânica, e além disso suas figuras contemplam um maior número de níveis (Mac, Smic, Simb e Relaciona 2n); o livro D apresenta apenas dois níveis (Relaciona 2n e simb) e não exhibe o critério funcionalidade, ainda este apresenta maior diversidade sobre o critério perspectiva de abordagem, pois apresenta todas as teorias incluindo as mais atuais; A definição de *Arrhenius* encontra-se apenas nos livros B e E, sendo que este último ainda aborda as teorias *Bronsted-Lowry* e *Lewis*, além dos critérios de funcionalidade e níveis de representação (Mac, Smic e Simb).

No conjunto das obras analisadas, há predominância de: teorias de *Bronsted-Lowry* e *Lewis*, figuras inoperantes, operantes elementares e sintáticas (LIVROS C E D não trazem) e por fim, as representações abordam separadamente os níveis Mac, Smic, Simb (nenhum dos LDs enfatizam os três níveis). Porém, os livros não abordam a História da ciência, dentro dessa perspectiva, esses conceitos poderiam ser mais explorados.

Desta forma, sugere-se que, caso o professor universitário considere importante aportes da História da Ciência, deverá recorrer a outros materiais didáticos que contemplem esse assunto (artigos, vídeos e outros livros), pois os livros indicados pelas ementas não trazem.

Ao traçar o perfil das obras em relação aos critérios analisados, espero que este estudo auxilie a comunidade de educadores químicos, identificando as teorias ácido-base e a importância dos recursos visuais como fontes de pesquisa para a preparação de aulas, mediante os interesses específicos do docente.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. v. 2. Brasília: MEC; SEB, 2012.

CÁSSIO, L.F. CORDEIRO, S.D. CORIO, P. FERNANDEZ, C. **O Protagonismo Subestimado dos Íons nas Transformações Químicas em Solução por Livros Didáticos e Estudantes de Química**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 11, Nº 3, 595-619 2012.

COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G.; BRAGA, S. A. M. **Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 10, n. 3, 2010.

CHAGAS, P.A. **O ENSINO DE ASPECTOS HISTÓRICOS E FILOSÓFICOS DA QUÍMICA E AS TEORIAS ÁCIDO-BASE DO SÉCULO XX**. *QUÍMICA NOVA*, 23(1)-2000.

CHAGAS, P.A. **Teorias Ácido-Base Do Século XX**. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, Nº 9. MAIO, 1999

FERNANDES, M.A.M. PORTO, A.P. **Investigando a presença da História da Ciência em Livros Didáticos de Química Geral para o Ensino Superior**. *Quim. Nova*, Vol. 35, No. 2, 420-429, 2012.

FERREIRA, Celeste. **O uso de ferramentas visuais no ensino de Química: a formação inicial do professor de Química**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. (Dissertação de Mestrado).

FERREIRA, M. S; SELLES, S.E. **Análise De Livros Didáticos Em Ciências: Entre As Ciências De Referência E As Finalidades Sociais Da Escolarização**. *Educação em Foco*. v.8, n. I e II, 2003.

GIBIN, B.G. FERREIRA, H.L. **Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos**. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*. 19 Vol. 35, Nº 1, p. 19-26, FEVEREIRO 2013.

GIBIN, B.G. KIILL, B.K; FERREIRA, H.L. **Categorização Das Imagens Referentes Ao Tema Equilíbrio Químico Nos Livros Aprovados Pelo PNLEM**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 8. Nº 2. 2009.

GIL, C.A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4º Edição. EDITORA ATLAS S.A. SÃO PAULO, 2002.

JOHNSTONE, A.H. **The development of chemistry teaching**. *University Chemistry Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

_____. **Chemical education research: where from here?**. *University Chemistry Education*, v. 4, n. 1, p. 34-38, 2000.

KIOURANIS, M.M.N ; KATO, M.C. **O livro didático nas aulas de Química por estudantes do Ensino Médio.** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

LISO, M.R.; TORRES, E.M.; LÓPEZ, F.S. **Los Procesos Ácido-Base En Los Textos Actuales Y Antiguos (1868-1955).** Educación Química, v. 13, n. 2, p. 90-100, 2002.

LOGUERCIO, Q.R; SAMRSLA, E.E. V; Del PINO. C.J. **A Dinâmica De Analisar Livros Didáticos Com Os Professores De Química.** Química Nova, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

MARTORANO, A.A. S; MARCONDES, R. E. M. **As Concepções de Ciência dos Livros Didáticos de Química, dirigidos do Ensino Médio, no tratamento da Cinética Química no Período de 1929 a 2004.** Investigações em Ensino de Ciências – V14(3), p. 341-355, 2009.

MILARÉ, T. **Ligações Iônica e Covalente: Relações entre as Concepções dos estudantes e dos Livros de Ciências.** In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas. Florianópolis, 2007.

MORTIMER, E.F.; SANTOS, W.L.P. **Políticas e práticas de livros didáticos de química: o processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987.** In: ROSA, M.I.P.; ROSSI, A.V. (Orgs.). Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências. Campinas: Átomos, 2008. p. 85-103.

NUNES, O.A. DANTAS, M.J. OLIVEIRA, A.O. G.R.F. HUSSEIN, S. **Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014.** Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. Vol. 38, N° 2, p. 185-196, MAIO 2016.

PAZINATO, S.P. BRAIBANTE, F.E.M. MIRANDA, G.C.A. FREITAS, G.T.R. **Análise Dos Recursos Visuais Utilizados No Capítulo De Ligações Químicas Dos Livros Didáticos do PNLD 2015.** Acta Scientiae, v.18, n.1, jan./abr. 2016.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. **Las Ilustraciones En La Enseñanza-Aprendizaje De Las Ciencias. Analisis De Libros De Texto.** *Enseñanza de las Ciencias*, v.20, n.3, 2002, p.369-386.

Programa Nacional Livro Didático- Ensino Médio (PNLEM)- 2009. Brasília 2008. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em: 26/03/2018

QUEIROZ, L.S. FRANCISCO, A.C. **Análise de Dissertações Produzidas sobre Livros Didáticos de Química em Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.** XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

RAMÍREZ,S; FLEISNER,A; VIERA,L. **Temas De Química Cuántica: Análisis De Su Presentación En Libros De Texto De Química General.** *Educación Química, (2017) 28, 147-153.*

ROCHA, J. A.; PEREIRA, R. V.; HENRIQUES, C. **Imagem como ferramenta de eficiência cognitiva para o ensino de Ciências.** In: EDUCASUL, 2011, Florianópolis. *Educasul 2011 Professores em Ação: conhecimento e saberes em foco, 2011.*

RUSSEL, J.W. KOZMA,B.R. JONES,T. WYCOFF, J. MARX, N. DAVIS,J. **Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts.** *Journal of Chemical Education, v. 74, n. 3, p. 330-334, 1997.*

SCALCO, C.K; CORDEIRO, R.M. KIIL, B.K. **Representações Presentes nos Livros Didáticos: Um estudo realizado para o conteúdo de Ligação Iônica a partir da Semiótica Peirceana.** *Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. Vol. 37, N° 2, p. 134-142, MAIO 2015.*

SILVA, A.L. LARENTIS,L.A. CALDAS,A.L. RIBEIRO,L.G.M. ALMEIDA, V.R. HERBST,H.M. *et al.* **Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”.** *Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. Vol. 36, N° 4, p. 261-268, NOVEMBRO 2014.*

SILVA, P.M; SANTIAGO, A.M. **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. Volume 5,2012.*

TURNER, K.E. **A supplemental course to improve performance in introductory chemistry.** *Journal of Chemical Education, v. 67, n. 11, p. 954-957, 1990.*

WU, H.K.; KRAJCIK, J.S. e SOLOWAY, E. **Promoting understanding of chemical representations: students’ use of a visualization tool in the classroom.** *Journal of Research in Science Teaching, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.*