

Sobre a Linguagem da Química Orgânica: Ácidos, Bases e seus Signos

Ana Paula Gorri¹ (PG)*, Marcelo Leandro Eichler²

*apgorri@gmail.com

1-Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima Trindade - Florianópolis - Santa Catarina – Brasil

2-Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Química Av. Bento Gonçalves, 9500 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul – Brasil

Palavras-Chave: *linguagem química, signos, ácidos e bases.*

Área Temática: Linguagem e Cognição – LC.

RESUMO: OS DIFERENTES SIGNOS PRESENTES NA LINGUAGEM QUÍMICA SÃO DE GRANDE IMPORTÂNCIA POR TORNAREM POSSÍVEL A APREENSÃO E A ENUNCIÇÃO DOS CONHECIMENTOS QUÍMICOS. NESTE SENTIDO, BUSCOU-SE NO PRESENTE TRABALHO COMPREENDER COMO OS SIGNOS SÃO ARTICULADOS NO PROCESSO DE ENUNCIÇÃO DOS CONCEITOS DE ÁCIDO E DE BASE NO ÂMBITO DA QUÍMICA ORGÂNICA. A INVESTIGAÇÃO CONSISTIU NA ANÁLISE DAS ÁREAS DE MARGENS DE TEXTOS E DE IMAGENS DE QUATRO LIVROS TEXTO UTILIZADOS NO ENSINO SUPERIOR. NESSE SENTIDO, FORAM CLASSIFICADOS OS TIPOS DE SIGNOS IMAGÉTICOS PRESENTES – EM ESPECIAL, AS REPRESENTAÇÕES MOLECULARES. OS RESULTADOS PERMITIRAM DESTACAR A IMPORTÂNCIA DE SE COMPREENDER TEORICAMENTE OS PROCESSOS SEMIÓTICOS ENVOLVIDOS NA CONSTRUÇÃO DOS SABERES QUÍMICOS, TANTO EM RELAÇÃO ÀS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO, QUANTO NO PROCESSO DE ELABORAÇÃO CONCEITUAL.

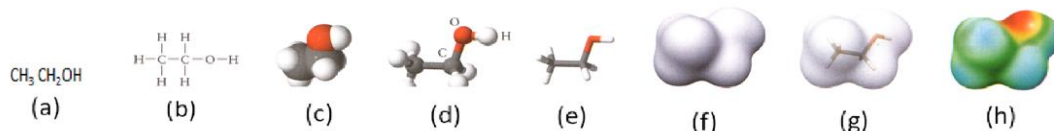
INTRODUÇÃO

A Química enquanto um conjunto de conhecimentos trilhou um caminho singular entre as ciências. Enfrentando a dificuldade de interpretação e descrição dos fenômenos de transformação, originou uma linguagem própria (ROQUE e SILVA, 2008). Segundo Habraken (1996), a química evoluiu de um conhecimento profundamente baseado em linguagem algébrica e verbal, característica das demais ciências, para uma linguagem pictórica internacional, onde a percepção sobre o universo de partículas atômicas, moleculares e supramoleculares depende de memória, imaginação e processamento mental de informações visuais. Isto porque muitos fenômenos da Química são incompreensíveis pelos sentidos humanos, em alguns casos, mesmo após a intervenção de instrumentos materiais. Dessa forma, com o intuito de facilitar a disseminação desses conhecimentos, a Química construiu sua linguagem utilizando-se de modelos (imagéticos ou teóricos), estruturas de fórmulas químicas e moleculares, equações, gráficos e figuras (ROQUE e SILVA, 2008). Os modelos moleculares, em especial, são largamente utilizados como forma de apreender e manipular o real químico.

Concebe-se que grande parte do conhecimento molecular é oriundo da evolução dos saberes e interesses relacionados química orgânica, bem como a nomenclatura

racionalizada, talhada no Século XVIII por Lavoisier (LASZLO, 1995). Conforme Roque e Silva (2008), “a precisão da análise elementar, idealizada por Lavoisier e aperfeiçoada por Liebig e Dumas, a homogeneização dos pesos atômicos e a determinação das fórmulas moleculares trouxeram uma primeira coerência à linguagem e à representação dos compostos orgânicos”.

Atualmente, são diversos os tipos de modelos utilizados para a representação da matéria em nível molecular. Estes vão desde estruturas químicas gráficas simples - como estrutura condensada (fig.1a) e letra/bastão (fig. 1b) - até as mais elaboradas – bola/bola (fig.1c), bola/bastão (fig.1e), bastão/bastão (fig.1e) e mapas de potencial eletrostático (fig.1f,1g,1h). Um exemplo é a diversidade de possibilidades de imagens que os químicos podem utilizar para representar a molécula de etanol:



Representações da molécula de etanol – Fig.1

O modelo molecular possibilitou uma maneira de se apreender e estudar a constituição da matéria, uma vez que proporcionou uma forma de representá-la. Agora, o químico não precisa mais ter o modelo concreto em suas mãos, pois, ele consegue imaginá-lo a partir da fórmula estrutural desenhada. Os modelos moleculares e suas representações são de extrema importância, não só na Química, como também na Bioquímica, por exemplo, para o estudo de macromoléculas naturais como as proteínas (ROQUE e SILVA, 2008). Eles constituem uma linguagem específica dos químicos. Dessa forma, parte da aprendizagem em Química se caracteriza pela apropriação de uma linguagem específica e adequada para a descrição de seus fenômenos, bem como para a compreensão destes por meio de modelos.

De acordo com Fernandez e Marcondes (2006), “trabalhar com modelos é uma parte intrínseca do conhecimento químico e, sem o uso deles, a Química fica reduzida a uma mera descrição de propriedades macroscópicas e suas mudanças”. Desta forma necessita-se que o químico ou o estudante de química tenham tanto competências para interpretar os inúmeros modelos, encontrados em livros ou no cotidiano de laboratório e sala de aula, quanto de representar e operar seu pensamento por meio de tais modelos. Esse tipo de competência é concebida como um conjunto de habilidades e práticas que permitem que uma pessoa utilize de uma variedade de visualizações, isoladas e em conjunto, para pensar, comunicar e agir em relação aos fenômenos químicos (KOZMA, 2000a, 2000b; KOZMA e RUSSELL, 1997).

Geralmente, os modelos utilizados em química são representações de três níveis fenomenológicos da realidade: o macroscópico e tangível, o submicroscópico (atômico e molecular) e o simbólico, referente às representações alfabéticas e



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



matemáticas. Tal grau de abstração fenomenológica contribui para dificuldades no processo de elaboração conceitual por parte dos estudantes.

Considerando a importância do entendimento da linguagem da Química, como forma de apreender e enunciar os conceitos químicos, buscamos, nesta pesquisa, compreender como esta linguagem é articulada em livros didáticos de Química. Em especial, iremos investigar como os conhecimentos referentes a ácidos e bases são articulados em livros de Química Orgânica. Quais os tipos de signos utilizados? Como os signos visuais são articulados com o signo textual? Pretendemos com este trabalho, amparar futuras investigações sobre as relações semióticas presentes na elaboração conceitual acerca de propriedades moleculares e de reações químicas características da área de Química Orgânica.

SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

Foram selecionadas para análise livros texto de química orgânica destinadas ao Ensino Superior (tabela 1). A seleção das obras baseou-se no fato de que estas são tradicionalmente mais utilizadas nos cursos superiores de Química. Todos os dados foram obtidos das páginas destinadas aos conhecimentos sobre ácidos e bases presentes em cada obra. Devido ao caráter da pesquisa, obtivemos dados tanto de caráter quantitativo, quanto qualitativo.

Os dados quantitativos são referente à área gráfica das páginas selecionadas. Utilizou-se da análise por área de mancha (BIZZO, 1991), no qual quantificou-se: as áreas de mancha de textos, figuras, exercícios, figuras dos exercícios, e texto complementar. Os dados referentes às áreas de mancha foram obtidos com o auxílio de uma régua escolar de 30 cm, utilizando-se de números inteiros ou meios, desprezando-se os milímetros intermediários. Mediu-se a altura da área em questão, bem como a largura, e multiplicaram-se as medidas obtidas originando a respectiva área de mancha em cm². Posteriormente os dados foram organizados graficamente por meio de valores percentuais referentes a cada área de mancha específica. Investigou-se e quantificou-se a dimensão de figuras presentes na área respectiva, originando a percentagem de cada tipo. Ainda com base na quantificação da área de imagens, organizou-se uma tabela com os tipos e as quantidades das representações moleculares.

Já a análise qualitativa deste trabalho teve respaldo na observação dos resultados quantitativos, e na leitura e na visão de conjunto das páginas analisadas. Contemplou-se a estética das páginas (cores gráficas, disposição das figuras), número de página total da edição e número destinado às páginas sobre o conteúdo de ácido e base, articulação das imagens e texto no processo de enunciação de conceitos, objetivos dos exercícios presentes no material analisado (quais os conhecimentos requeridos para a resolução dos mesmos).

Por fim, considerando que saberes relacionados às forças relativas de ácido e base são pilares no conteúdo investigado, e que os mesmo encontram-se presentes em



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



todas as obras analisadas, investigou-se também, por quais meios estes saberes são enunciados.

	Nome da Obra	Autoras(es)	Edição	Volume	Ano
Livro 1	Química Orgânica	Robert T. Morrison e Robert N. Boyd	6 ^a	Único	1966
Livro 2	Química Orgânica	Thomas. W. G. Solomons e Craig. B. Fryhle	8 ^a	1	2005
Livro 3	Química Orgânica	Paula Y. Bruice	4 ^a	1	2006
Livro 4	Química Orgânica Combo	John McMurry	7 ^a	1 e 2	2011

Tabela 1 – Relação dos livros analisados

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das áreas de mancha referentes ao texto, figuras, texto complementar, exercícios e figuras dos exercícios.

Foram analisadas as páginas de cada livro destinadas à enunciação dos conhecimentos referentes aos ácidos e bases.

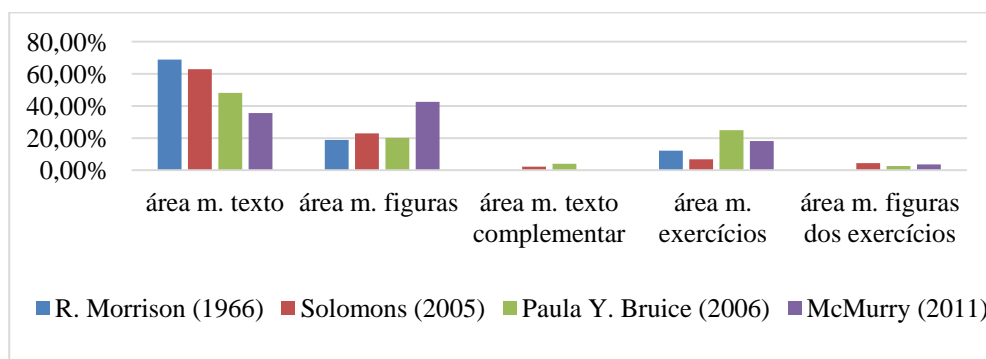


Gráfico 1: proporção entre as diferentes áreas de mancha em cada livro

O livro N° 1 “Química Orgânica”, dos autores Morrison e Boyd, é constituído por 1394 páginas, sendo que 4 são destinadas ao conteúdo de ácido e base. O tipo de impressão é apenas em um a cor. São apenas três tipos de imagens presentes: representações moleculares e escalas referentes à acidez e à basicidade das moléculas. Tais imagens são utilizadas como extensão do conteúdo por meio de exemplificação e representam apenas 18,88% (gráfico1) da área de mancha total. As representações moleculares em forma condensada são as mais utilizadas. É dada ênfase ao tratamento sobre as forças relativas dos ácidos e bases. Tal fenômeno – forças relativas – é exclusivamente associado ao tamanho do átomo e sua eletronegatividade, e enunciado por meio de escalas gráficas em que se utilizam de sinais de maior (>) e menor (<).

O livro N° 2 tem como autores Solomons e Fryhle. Esta obra é composta por 714 páginas, sendo que destas 22 contemplam o assunto sobre ácidos e bases. Suas páginas apresentam impressão em preto e escalas de cinza. A obra também traz um encarte colorido, composto por representações moleculares e espectros eletromagnéticos. As imagens utilizadas na enunciação conceitual são utilizadas como continuidade do conteúdo apresentado em forma de texto, ou como exemplificação de conceitos presentes no mesmo – corpo de texto. A área de mancha imagética representa 22,21% (gráfico1) da área gráfica total, composta por gráficos, tabelas, representações moleculares e expressões matemáticas. Das 363 representações moleculares, 170 (tab.2) são representações em forma de letra e bastão. Um dos saberes mais discutidos nestas páginas é sobre a força de ácido e base em relação às estruturas da molécula. Nesse livro, nota-se pouco uso de representações das estruturas moleculares e o uso significativo de escalas de forças relativas relacionadas aos valores de pKa para enunciar esse assunto. A ausência das representações moleculares também se reflete no modo de problematizar o conteúdo abordado. A maior parte dos exercícios propostos utilizam-se de representações moleculares condensadas, e ao solicitar conceitos relativos às forças dos ácidos e bases, espera-se que os alunos utilizem-se da relação entre o tipo de elemento presente na molécula e relações com valores de pKa. Os problemas propostos no decorrer do conteúdo, por um lado não exploram suficientemente a linguagem imagética que foi utilizada na enunciação dos diferentes conceitos, pois exigem apenas a interpretação de representações moleculares condensadas.

O Livro N°3 é da autoria da Paula Bruice, e tem como título “Química Orgânica”. O livro é constituído por 590 páginas, sendo destinadas 16 páginas para os saberes relativos aos ácidos e bases. Utilizam-se duas cores em seus elementos gráficos: azul e preto. A obra também traz um encarte multicolorido destinado a representações moleculares e algumas fotos. A utilização de figuras na composição do conteúdo cumprem a mesma função encontrada no livro n°3 e tem uma área total de 20,15% das páginas analisadas (gráfico1). As figuras utilizadas são representações moleculares, gráficos, tabelas e expressões matemáticas. Considerando os tipos de representação molecular, tem-se 53,43% (tab.2)

representadas em forma condensada. Mesmo compreendendo a importância das estruturas moleculares para os saberes relativos aos ácidos e bases, a autora utilizou-se de pouca linguagem imagética, em relação com as obras mais atuais. Também optou-se em utilizar com mais frequência de representações que não priorizam a estrutura molecular. Por fim, os exercícios complementares presentes no decorrer das páginas referentes à nossa pesquisa, espelham o tipo de conhecimento que se articula na parte textual e imagética desta obra. Por exemplo, os leitores são indagados a decidirem entre duas moléculas qual é o ácido mais forte utilizando-se de estrutura química do tipo condensada.

O livro nº 4, “Química Orgânica”, do autor John McMurry, teve sua 7ª edição lançada no ano de 2011. Traz elementos gráficos multicoloridos. São destinadas 18 das 1141 páginas aos conteúdos de ácido e base. Sua área de mancha da figura é de 52,08% (gráfico1), e apresentam imagens dos tipos: representações moleculares, gráficos, tabelas, equações matemáticas e fotografia. Tais imagens são articuladas no processo de enunciação como forma de exemplificar e complementar o texto escrito. Apresentam-se também imagens meramente ilustrativas. Do total de 117 imagens referentes às representações moleculares, 60 são em forma de letra/bastão (tab.2). Quando se discute força relativa de um ácido ou base, o autor utiliza-se de vários tipos de imagens (gráficos, diferentes formas de representação molecular, e escalas). Nos exercícios exige-se que os leitores utilizem saberes que ultrapassam as relações de pKa e representações condensada ou bidimensionais das moléculas.

Por meio dos dados obtidos constatou-se que as páginas destinadas aos conhecimentos referentes a ácidos e bases dos livros selecionados, enunciam tais conhecimento principalmente por meio de texto. Apenas o livro do McMurry prioriza a linguagem imagética, sendo a área de mancha maior que a textual. Outro dado importante é que de todas as imagens quantificadas 94,11% são referentes a representações moleculares, 3,71% aos gráficos, 1,98% às expressões matemáticas, e 0,15% destinados a fotografia. Mesmo sendo as representações moleculares o tipo de figura mais utilizadas em todos os livros, destaca-se a preferência de discutir forças relativas aos ácidos e bases por meio de gráficos e escalas. Pontua-se que tais conceitos poderiam ser abordados por meio de outros signos, possibilitando maior proximidade com o objeto em questão. Por exemplo, ao se abordar a eletronegatividade e o tamanho do átomo como justificativa para as diferentes forças ácidas e básicas das moléculas, poderiam utilizar-se das representações dos mapas de potencial eletrostático, pois o mesmo proporciona que se visualize a densidade eletrônica e os diferentes tamanhos dos átomos referentes à determinada molécula.

Contudo, destaca-se a arquitetura enunciativa encontrada no livro 4 do autor McMurry, na qual utilizam-se de mais de um tipo de representação molecular para discutir-se uma mesma reação, ou um mesmo conceito. Por exemplo, ao se prever reações ácido-base a partir de valores de pKa, além da utilização de gráfico, encontra-se representações de mapa de potencial eletrostático com modelos bola/bastão em seu interior, juntamente com representações letra bastão. A

diversidade de representações pode auxiliar, quando utilizadas adequadamente, no processo de elaboração conceitual, considerando o modo que ocorre o pensamento químico. Outro ponto a se considerar é que as representações mais utilizadas – letra/bastão e a condensada – não possibilitam que a compreensão sobre de ácidos e bases possa ocorrer por meio da estrutura da molécula, como se é proposto em alguns tópicos dos livros.

	M.P.E ¹ com bola/bas tão	M.P. E.	Letra bastã o	Condens ada	Símbolo s alfabétic os	Lewis	Bola/bol a	Fita
Morrison	0	0	4	52	0	0	0	0
Solomons	19	0	170	135	17	18	1	3
Paula Bruice	2	4	31	78	16	15	0	0
McMurry	20	0	60	31	0	4	0	0

Tabela 2: tipo de representações moleculares presentes nos livros

Conclusão

Neste trabalho, buscou-se mostrar os signos utilizados para enunciar os conhecimentos sobre ácidos e bases em livros de química orgânica. Observou-se que, embora a maior parte do conhecimento seja enunciado por meio textual, é significativa a quantidade e a diversidade de signos imagéticos. Em especial em relação às diferentes formas de representar uma mesma molécula, encontramos situações que a utilização das representações poderia ter sido articulada de maneira mais adequada em relação a determinado conteúdo. Como foi o caso de se discutir estrutura molecular por meio de representações bidimensionais. Neste sentido, se faz necessária atenção para a forma adequada de como e quando se escolhe uma representação para auxiliar no processo de ensino de química. Outro ponto importante é o ensino teórico sobre a funcionalidade das representações na linguagem da Química, pois em muitos casos estas – as representações – são apresentadas sem nenhuma explicação. Concebendo que a aprendizagem da química se caracteriza pela apropriação de uma linguagem própria, sugere-se que se busque compreender os mecanismos dessa linguagem. Acreditamos que os conhecimentos semióticos são um aporte para tal processo, pois na medida em que se compreende a relação de um signo – representação – com o seu objeto e seus processos interpretativos, pode-se evitar equívocos nas relações de representação, podendo auxiliar tanto o processo de elaboração conceitual do aluno, quanto a escolha de representações mais adequadas para enunciar um conhecimento

Referências Bibliográficas

¹ M.P.E: Mapa de Potencial eletrostático



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- BIZZO, N. M. V. Ensino de evolução e história do darwinismo. 1991. 312f. **Tese Doutorado em Educação** - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- BUNGE, M. **Teoria e realidade**. 1ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1974. 239p.
- CARDOSO, R. S.; BOZZI, L. D.; MARSON, G. A. . Representações moleculares no ensino superior de química: análise do conteúdo de livros introdutórios e sítios na internet. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011, Campinas. VIII ENPEC, 2011.
- FERNANDEZ C.e MARCONDES M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. **Química Nova na Escola**; 2006 ,n. 24, pp. 20-24
- HABRAKEN, C.L. Perceptions of chemistry: Why is the common perception of chemistry, the most visual of sciences, so distorted? **Journal of Science Education and Technology**. 1996 v.5 n.3, pp. 193-201.
- HOFFMANN, R. **O mesmo e o não mesmo**. São Paulo: Editora UNESP, 2007. 341p.
- KOZMA, R., 2000a, Representation and language: The case for representational competence in the chemistry curriculum. **Paper presented at the Biennial Conference on Chemical Education**, Ann Arbor, MI.
- KOZMA, R., 2000b, Students collaborating with computer models and physical experiments, In: **Proceedings of the Conference on Computer-Supported Collaborative Learning** 1999, J. Roschelle, and C. Hoadley, eds., Erlbaum, Mahwah, NJ.
- KOZMA, R., e RUSSELL, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. In: **Journal of Research in Science Teaching**. 1997, v.34, n. 34, pp. 949–968.
- LASZLO, P. **A palavra das coisas ou a linguagem da química**. 1ªed. Lisboa: Gradiva, 1995. 283p.
- PEIRCE, C.S. **Semiótica**. 4ª ed. – São Paulo: Perspectiva, 2010. 337p.
- ROQUE, N. F, e SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Quím.Nova** [online]. vol.31, n.4, pp. 921-923, 2008. < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000400034>>. Data de acesso: 16 fev. 2013
- SOUZA, K. A. F. D. e PORTO, P. A. Elementos da semiótica peirceana na educação em Química: considerações e possibilidades. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de química**, 2010, Brasília, DF. XV ENEQ - Anais. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2010. p. 1-12.