

Estrutura dos Compostos Orgânicos: Uma Proposta de Perfil Epistemológico

Organic Compounds Structure: An Epistemological Profile Proposal

Jaime da Costa Cedran

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira
jaimecedran@utfpr.edu.br

Ourides Santin Filho

Universidade Estadual de Maringá
osantin@uem.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta para as zonas do perfil epistemológico para o conceito de Estrutura dos Compostos Orgânicos. A noção de Perfil Epistemológico foi desenvolvida por Gaston Bachelard, e afirma que um determinado conceito presente na mente de um indivíduo não pode ser completamente compreendida a partir de um único sistema epistemológico. A proposta aqui apresentada foi desenvolvida a partir do estudo histórico das ideias sobre a estrutura dos compostos orgânicos, em especial durante o século XIX. A partir desse trabalho é possível refletir sobre a forma com que o conceito se desenvolveu historicamente, assim como a visão sobre as estruturas dos compostos orgânicos nas diversas filosofias propostas por Bachelard.

Palavras chave: Perfil Epistemológico, Bachelard, Química Orgânica

Abstract

This paper presents a proposal of epistemological profile zones to the concept of Organic Compounds Structure. The proposal was developed based on the notion of Epistemological Profile developed by Gaston Bachelard, which asserts that a particular concept in the mind of a person can not be fully understood from a single epistemological system. The proposal was developed from the historical study of structure of organic compounds, especially during the XIXth century. From our proposal is possible to reflect on how the concept was developed historically, as well as different points of view on the structures of organic compounds in the various philosophies proposed by Bachelard.

Key words: Epistemological Profile, Bachelard, Organic Chemistry

Perfil Epistemológico

O conceito de *perfil epistemológico* foi desenvolvido pelo epistemólogo francês Gaston Bachelard (1884 – 1962) na obra intitulada “A Filosofia do Não”, publicada originalmente em 1940. O autor considera que a noção de um determinado conceito presente na mente de um indivíduo não pode ser completamente compreendida a partir de um único sistema epistemológico. O autor defende que, para um determinado conceito, um sujeito atribui diferentes significados em diferentes contextos, definidos num perfil com diferentes regiões.

Os diferentes problemas do pensamento científico deveriam pois receber diferentes coeficientes filosóficos. Em particular, o grau de realismo e de racionalismo não seria o mesmo para todas as noções [...]. Em linhas gerais, o devir de um pensamento científico corresponderia a uma normalização, à transformação da forma realista em forma racionalista. Esta transformação nunca é total. Nem todas as noções estão no mesmo estágio das suas transformações metafísicas. (BACHELARD, 1991, p. 9).

A título de exemplo, vejamos como Bachelard apresenta seu próprio perfil epistemológico para o conceito de massa, a partir da Figura 1.



Figura 1 – O perfil epistemológico de Gaston Bachelard para a noção de massa (BACHELARD, 1991 p. 41).

Para Bachelard, o conceito de massa pode ser compreendido de diversas formas, desde o realismo ingênuo até o que ele chama de racionalismo discursivo. Cada zona do perfil epistemológico caracteriza um conceito em estudo – massa, nesse exemplo – segundo as concepções das respectivas escolas filosóficas. Por exemplo, a primeira zona apresentada – zona do realismo ingênuo – traz a concepção de massa mais simples que se tem. Nela, a massa corresponde a uma apreciação quantitativa grosseira, como pontua Bachelard, que exemplifica afirmando que “para uma criança ávida, o fruto maior é o melhor, aquele que fala mais claramente ao seu desejo, aquele que é o objeto substancial do desejo. A noção de massa concretiza o próprio desejo de comer” (BACHELARD, 1991 p. 29).

Embora no espectro apresentado pelo autor (Figura 1) existam cinco perfis diferentes para o conceito de massa, ele afirma que o que mais faz uso é o perfil racionalista clássico, de modo que a magnitude relativa de cada um deles é inerente a cada indivíduo. Além disso, nem todos os indivíduos fazem uso de todos os perfis existentes para certo conceito em questão e é possível afirmar que existem indivíduos que não possuem em seu espectro especialmente o último perfil apresentado, o racionalista discursivo. Os perfis mais complexos só serão desenvolvidos se o indivíduo tiver contato com teorias físicas pertinentes a cada um deles.

Perfil Epistemológico para Estrutura dos Compostos Orgânicos

Nesta seção será apresentada a proposta de zonas de perfil epistemológico, para o conceito de estrutura dos compostos orgânicos, baseado na epistemologia de Gaston Bachelard.

Primeiramente é importante salientar que, tratando-se da estrutura de *moléculas*, não é possível concebê-la apenas com observações da natureza ou por meio de dados empíricos. Necessariamente o conceito de estrutura molecular remete a uma noção racional. Por isso, para propor as zonas do perfil epistemológico para esse conceito, imaginamos qual(is) seria(m) o(s) conceito(s) precursor(es) para a noção de estrutura, para assim identificarmos quais seriam as características das duas primeiras zonas do perfil (realista e empirista) para o conceito em questão.

As zonas iniciais (senso comum e positivista) devem tratar do conceito de substância, uma vez que, se racionalizado, pode levar ao conceito de estrutura molecular. É importante notar que outros destinos seriam possíveis através da racionalização desse conceito, como por exemplo: a estrutura íntima da matéria (partículas subatômicas), ligações químicas, propriedades físico-químicas da matéria, dentre outros.

Baseado nos perfis propostos por Bachelard (1991) para massa e energia e nos demais exemplos da literatura, (SOUZA, 2008, SANTOS, 2009; SOUZA FILHO, 2009; COLOMBO JR, 2010), caracterizamos a seguir as zonas do perfil epistemológico para a noção de estrutura dos compostos orgânicos.

Zona do Realismo Ingênuo

Segundo Bachelard, a visão realista ingênua é inata; ela não é ensinada, mas intrínseca do indivíduo; ela sempre traz o conhecimento ao plano do imediato das coisas.

Nesta zona do perfil epistemológico, as substâncias são diferenciadas pelos seus aspectos físicos, como por exemplo a cor, a aparência, a textura, o cheiro, entre outros. Sob este ponto de vista, substâncias diferentes têm aspectos diferentes. Pode-se então traçar um paralelo entre a noção de substância e a noção de massa de Bachelard e afirmar que a diferenciação entre as substâncias é feita pela distinção dos aspectos físicos apresentados pelas mesmas, pois esse é o aspecto real inerente a tais substâncias.

Assim, segundo o realismo ingênuo, uma substância é uma porção de matéria que apresenta propriedades físicas observáveis que lhes são características. Porém tais propriedades, para um indivíduo que apresenta esse perfil majoritariamente, são obtidas apenas pela observação, sem qualquer intervenção empírica, ou alguma relação racional.

O realista ingênuo classifica a substância pela cor ou aspecto que enxerga; pela textura que sente; pelo cheiro que percebe; reafirmando o que foi apresentado no início deste tópico, a visão realista é inata, intrínseca, derivada de uma análise imediata.

Zona do Empirismo Claro e Positivista.

A segunda zona do perfil epistemológico é a zona empirista. Nesta zona o conceito de substância é formulado com base em experiências simples, e corresponde ao emprego da objetividade tátil ou instrumental, com uso de instrumentos de medidas, mas que ainda não consta de relações racionais (SOUZA FILHO, 2009).

Como exemplo desse perfil, podemos citar as primeiras classificações de substâncias químicas, como a distinção entre compostos ácidos e básicos através do uso de indicadores, no século XVII; o isolamento de uma série de novos “ares” durante o século XVIII, sendo considerado um novo gás aquele que apresentasse características diferentes dos gases já

conhecidos, em particular com respeito à sua reatividade, solubilidade, respirabilidade e inflamabilidade..

Os exemplos acima podem ser compreendidos do ponto de vista empirista pois, com análises relativamente simples é possível chegar às conclusões descritas, sem estabelecer relações racionais entre os fatos. Por exemplo, afirma-se que uma substância é ácida, pois altera a cor de certo indicador, porém não se discute as relações existentes entre o conjunto de substâncias classificadas como ácidas.

Este segundo perfil apresenta uma evolução do ponto de vista epistemológico, na sequência idealizada por Bachelard, porém, pelas características citadas inerentes à essa zona do perfil, não há subsídios para atrelar os dados obtidos experimentalmente com uma teoria capaz de prever novos eventos.

Nesse sentido, apesar de se conhecer as propriedades físicas e químicas empiricamente, não é possível estabelecer relações racionais entre tais propriedades e alguma característica mais íntima do composto. Dessa forma, nessa zona do perfil epistemológico entende-se que as características de certo composto estão contidas no próprio composto, levando ao que Bachelard chama de substancialismo. Nas palavras do autor: “a idéia substancialista quase sempre é ilustrada por uma simples *continência*. É preciso que algo *contenha*, que a qualidade profunda esteja *contida*” (BACHELARD, 1996 p. 123, grifos do autor).

A substância pode ter caráter racional, especialmente quando se pensa a respeito da distinção entre substâncias simples e compostas, tendendo ao limite da decomposição (conforme trabalho desenvolvido por Lavoisier no fim do século XVIII). Porém tal racionalização remete ao conceito de elemento, pois a distinção entre substâncias simples e compostas deve ser dada pelo número de elementos químicos que constituem a substância em análise, e a definição de elemento químico já proposta por Boyle está além dos aspectos empíricos, sendo possível então interpretá-lo como racionalista. Entretanto, para fundamentar melhor essa posição seria necessário um aprofundamento sobre a noção de elemento químico, e a discussão do presente trabalho foca a noção de estrutura dos compostos orgânicos e por isso a insistimos em classificar como substancialista o entendimento da noção de substância do ponto de vista empirista.

O autor ainda considera que, numa visão substancialista, o “todo” possui as mesmas características das partes que o formam. O fenômeno imediato é tomado como sinal de propriedade substancial (BACHELARD, 1996 p. 128). Como exemplo, podemos imaginar que a cor ou o ponto de ebulição de uma substância são característicos das partículas que formam essa substância, por exemplo, num fio de cobre cada um de seus átomos seria castanho ou o ponto de ebulição da molécula de água (ao nível do mar) seria 100°C, desconsiderando o fato de que as propriedades das substâncias são consequências das interações entre suas partículas.

O trabalho de Oliveira (1990), fundamentado no referencial bachelardiano, corrobora nossa tese quando cita a afirmação de Bachelard: não é raro encontrar autores de nosso século, como por exemplo M. Martinet, afirmando que "o mentol, a mentona e o acetato de mentila sabem a menta (BACHELARD apud OLIVEIRA, 1990 p. 69) o autor explica a citação:

Tal afirmação, a princípio, nada tem de estranho para o juízo do homem comum. Todavia, o químico deve raciocinar de modo justamente inverso: as substâncias citadas não possuem as qualidades da menta, mas esta última exhibe as qualidades daquelas! A menta só tem cheiro de menta porque existe o mentol. Basta o químico intervir, alterando a estrutura do grupamento osmóforo responsável, e o agradável odor que inalamos desaparecerá prontamente ... Modificando o mentol, a menta deixará de ser menta...

(OLIVEIRA, 1990 p. 69)

Para concluir a discussão desta zona, entendemos que segundo o ponto de vista empirista é possível de classificar as substâncias por meio de suas propriedades físicas e/ou químicas conhecidas experimentalmente, mas não se é capaz de prever a existência de novos fenômenos ou substâncias. Além disso, pela visão empirista, não é possível compreender que as características das substâncias são derivadas das interações entre partículas que a formam, ou delas com outras, mas se considera que tais propriedades sejam inerentes às substâncias.

Zona do Racionalismo Clássico da Mecânica Racional

A terceira zona é a racionalista clássica. Nessa zona de perfil epistemológico é possível associar a estrutura dos compostos químicos com as características dos mesmos.

Historicamente, podemos associar a ascensão do racionalismo para o conceito de estrutura molecular a três fatos ocorridos durante o século XIX, conforme cita Mortimer (1997): A proposição da Teoria Atômica de Dalton; a ideia de Isomerismo de Berzelius, e o desenvolvimento das primeiras propostas de estruturas químicas, até a proposição de carbono tetraédrico por van't Hoff e Le Bell independentemente.

No que diz respeito à estrutura dos compostos orgânicos, foco desse trabalho, o modelo atômico já era usado como premissa para as tentativas de se fundar uma teoria capaz de se adequar aos dados experimentais, vinculada a uma proposta estrutural, ocorridas durante o século XIX. Nesse contexto Bachelard afirma que:

A necessidade de se estabelecer relação entre os dados empíricos e os dados teóricos fez Auguste Laurent, em meados do século XIX, afirmar que uma ciência química que se limite à mera descrição dos fenômenos não está cumprindo seu papel. Laurent quer que os fatos confirmem as ideias, mas é preciso que as ideias imediatamente façam prever novos fatos (BACHELARD, 2009 p. 54).

Em conclusão ao pensamento de Laurent, Bachelard afirma que “é preciso voltar ao laboratório e encontrar um intermediário entre os resultados da análise química e as propriedades das substâncias, ou seja, é preciso encontrar a significação fenomenal correspondente à composição.” (BACHELARD, 2009 p 55)

Ao refletirmos sobre o intermediário a que se refere o autor, acreditamos que seja necessária alguma representação estrutural, pois é só por meio dessa representação que é possível estabelecer a relação entre os resultados da análise química e as propriedades das substâncias. Por isso o aspecto racional no que diz respeito ao conceito de estrutura dos compostos orgânicos só emerge com o estabelecimento da relação entre a estrutura e propriedades dos compostos citados.

Saliente-se que, embora aspectos racionais já estivessem inseridos nas primeiras discussões referentes às substâncias, como na determinação das fórmulas mínimas por meio da análise química, a noção de estrutura seria a “significação fenomenal” necessária para que fosse possível compreender a relação entre a fórmula dos compostos químicos e suas propriedades, ou seja, a relação entre os dados empíricos e uma proposta teórica que os sustentem e abram a possibilidade de previsão de novos fatos empíricos.

Assim, ao analisarmos a construção histórica do conceito em estudo, nos deparamos com algumas propostas apresentadas durante o século XIX que tentavam atrelar os dados empíricos conhecidos com uma teoria racional que fosse capaz de prever novos fenômenos. Dentre essas propostas podemos citar a Teoria Dualista de Berzelius, a Teoria dos Núcleos de Laurent, a

Teoria dos Tipos de Dumas, e as noções de valência e tetratomicidade do carbono propostas por Kekulé.

Todas as propostas citadas se enquadram na escola filosófica racionalista, pois não é possível relacionar nenhuma das tentativas mencionadas acima com uma filosofia diferente. Apenas com a observação de fenômenos e determinações empíricas não seria possível chegar a nenhuma delas. Foi necessária a racionalização dos dados conhecidos para que fosse possível a proposição das teorias elencadas acima.

A construção das propostas citadas teve necessariamente que tomar como base as propriedades físicas e químicas já conhecidas dos compostos, pois não faria sentido propor uma teoria discrepante dos dados empíricos já conhecidos. Somente tal articulação tornou possível estabelecer a relação entre estrutura e propriedade dos compostos, aspecto fundamental para a compreensão dos fenômenos químicos.

A relação citada acima é um dos principais aspectos (ou o principal) para o desenvolvimento e compreensão das estruturas dos compostos orgânicos pois, para que cada uma das teorias fosse proposta foi necessário que cada cientista, ao propor sua teoria, tivesse conhecimento das propriedades físicas e químicas dos compostos e com essas informações fosse capaz de enquadrá-las em sua teoria.

Sendo assim, a discussão a respeito das substâncias e suas características passa a ser racional. A partir daí algumas questões importantes aparecem, como por exemplo: Qual a relação existente entre cada uma das partículas que compõem uma estrutura mais complexa? Qual a relação entre as propriedades físicas e químicas dos compostos e alguma característica inerente aos compostos que apresentam tal característica? Como se dá a distribuição espacial de cada partícula numa estrutura?

Com a reflexão racional acerca das estruturas dos compostos orgânicos, foi possível conceber suas estruturas como entidades espacialmente arranjadas e, além disso, compreender a relação entre estrutura e propriedade dos mesmos, fatores fundamentais para a compreensão de fenômenos químicos, especialmente vinculados à Química Orgânica. Ressalvamos porém, que o racionalista clássico considera as estruturas como sendo absolutas e imutáveis; características mecanicistas inerentes à essa zona do perfil.

Zona do Racionalismo Completo

A próxima zona de perfil epistemológico é a racionalista completa. Essa zona é instaurada por conta da necessidade de uma nova filosofia racionalista, capaz de contemplar os novos fenômenos e teorias que apareceram na virada do século XIX para o século XX, em especial a Relatividade e a Mecânica Quântica. À esse novo racionalismo Bachelard chamou de racionalismo completo.

Em relação à estrutura de compostos orgânicos, o racionalismo completo aparece por conta da descoberta do elétron no fim do século XIX e o nascimento da Mecânica Quântica no início do século XX, eliminando o determinismo característico do racionalismo anterior. Exemplo disso é a impossibilidade de se conceber a estrutura atômica e, por consequência, a estrutura molecular, de maneira estática.

A explicação dos fenômenos atômico-moleculares então se matematiza, sendo propostas equações para interpretar o comportamento dessas entidades. Surgem os conceitos de orbitais atômicos e moleculares, interpretados com caráter estatístico.

As estruturas dos compostos químicos passam a ser compreendidas por meio de novas teorias que contemplam a existência destes orbitais atômicos, orbitais moleculares, orbitais híbridos;

e as propriedades físicas e químicas passam a ser compreendidas como derivadas das interações eletrônicas intra e intermoleculares.

Dessa forma, a interpretação ocorre de forma ainda mais íntima, aumentando o caráter racional do estudo. Essa reflexão nos deixa impressão que estamos “olhando” cada vez mais de perto nosso objeto de estudo: na filosofia empirista, temos os dados obtidos experimentalmente; já pelo racionalismo clássico, conseguimos “enxergar” mais de perto nosso objeto, a ponto de conhecer sua estrutura espacial; e nesse novo racionalismo, nosso “olhar” é ainda mais profundo, sendo possível “visualizar” algo além da estrutura espacialmente arranjada, ou seja, pode-se agora conhecer como ocorrem as conexões entre as partículas e o papel das sub-partículas nesse processo.

Salientamos aqui que grifamos o verbo *olhar* e seus sinônimos no parágrafo anterior para deixar claro que são figuras de linguagem e não passam de analogias para o entendimento de nossa tese, afinal, como afirma Bachelard, toda analogia deve ser prontamente desfeita, fazendo a transposição do seu significado para o contexto que se intenciona, o que trataremos de fazê-lo a seguir.

Sabemos perfeitamente que não se visualiza microestruturas, mas se mede propriedades físicas; não se “enxerga” estrutura espacial, nem as conexões entre as partículas, mas obtêm-se tais informações com base em dados fornecidos por aparelhos sofisticados (difratômetros de raios X, espectrômetros de ressonância magnética nuclear, microscópios eletrônicos, dentre outros) e cada vez mais complexos, construídos baseados nos modelos científicos vigentes.

Então, na zona do racionalismo completo, a noção de estruturas dos compostos orgânicos deixa de ser estática e ganha caráter estatístico por conta da descrição dos átomos e moléculas por meio de equações. Do ponto de vista químico, se inserem as discussões sobre orbitais, atômicos e moleculares que passam a ser base da compreensão das características dos compostos, bem como de sua reatividade frente a outras substâncias.

Dessa maneira concluímos a descrição das zonas do perfil epistemológico para o conceito de estrutura dos compostos orgânicos.

Considerações Finais

Bachelard afirma que em cada ciência ou, mais especificamente, em cada conceito, é possível existir diferença em relação ao número de zonas do perfil epistemológico. Segundo o autor, isso ocorre pois nem todos os conceitos estão no mesmo patamar, ou seja, enquanto alguns deles já não possuem vestígios do realismo ingênuo, outros ainda o racionalismo quase nem existe (BACHELARD, 1991, p. 45). Por isso, nossa análise contemplou apenas quatro das cinco zonas propostas por Bachelard para a noção de massa. Entendemos que o perfil racionalista discursivo para a noção em estudo no presente trabalho ainda não foi desenvolvido. O autor ainda afirma que novas zonas do perfil epistemológico podem ser criadas, caso seja necessária uma nova filosofia para a compreensão de um conceito em estudo, porém Bachelard enfatiza que à medida que se “caminha” pelas zonas do perfil epistemológico, o caráter racional deve ser cada vez mais aprofundado em detrimento do aspecto realista.

Dessa forma, nesse trabalho apresentamos, para a noção Estrutura dos Compostos Orgânicos, a existência de quatro zonas do perfil epistemológico pois, em nosso entendimento, elas são suficientes para compor todo espectro nocional para o conceito que nos propusemos a avaliar.

Referências

- BACHELARD, G. **A Filosofia do Não**, Lisboa, Editorial Presença, 1991.
- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**, Rio de Janeiro, Editoria Contraponto, 1996.
- BACHELARD, G. **O Pluralismo Coerente da Química Moderna**, Rio de Janeiro, Editoria Contraponto, 2009
- COLOMBO JR, P. D. *A Percepção da Gravidade em um Espaço Fisicamente Modificado: Uma Análise à Luz de Gaston Bachelard*. São Paulo: FEUSP, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2010.
- MORTIMER, E. F. Para Além das Fronteiras da Química: Relações Entre Filosofia, Psicologia e Ensino de Química. **Química Nova**, V. 20, n.2, 1997, p.200-207.
- OLIVEIRA, R. J. *Ensino: O Elo mais Fraco da Cadeia Científica*. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação) Fundação Getúlio Vargas, Instituto de Estudos Avançados em Educação, Rio de Janeiro 1990.
- SANTOS, Z. T. S. *Ensino de Entropia: Um enfoque Histórico e Epistemológico*. Natal, Programa de Pós-Graduação em Educação. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.
- SOUZA, P. H. *Tempo, Ciência, História e Educação: Um diálogo entre a Cultura e o Perfil Epistemológico*. São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Educação. FEUSP, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2008.
- SOUZA FILHO, M. P. *O Erro em Sala de Aula: Subsídios para o Ensino do Eletromagnetismo*. Bauru, Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2009.