

# **Campo de problemas sobre a linguagem química debatidos pela filosofia da química**

## **Problems fields on the chemical language discussed the philosophy of chemistry**

**Marcos Antônio Pinto Ribeiro**

Universidade Estadual da Bahia  
[marcolimite@yahoo.com.br](mailto:marcolimite@yahoo.com.br)

**Uarison Rodrigues Barreto**

Universidade Federal da Bahia  
[binhoufba@yahoo.com.br](mailto:binhoufba@yahoo.com.br)

**Diacuí Moraes**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
[diacuimoraes@gmail.com](mailto:diacuimoraes@gmail.com)

**Débora Schmitt Kavalek**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[quimicadebora@hotmail.com](mailto:quimicadebora@hotmail.com)

### **Resumo**

Concordando com Merce-Izquierdo (2012) e utilizando da Psicologia cognitiva, reconhecemos que a linguagem é uma das dimensões cognitivas necessárias à aprendizagem. Nesse sentido, observa-se que os problemas, a natureza e especificidades da linguagem química são aspectos propriamente meta reflexivos e, dessa forma, exigem os instrumentos do campo emergente da filosofia da química. Nesse trabalho nos propomos a fazer uma agenda dos problemas no ensino, relacionados à linguagem química.

**Palavras chave:** filosofia da química, linguagem química, ensino.

### **Abstract**

Agreeing with Merce-Izquierdo (2012) and using of cognitive psychology, we recognize that language is one of the cognitive dimensions necessary to learning. In this sense, it is observed that the problems, the nature and specifics of language chemistry are exactly metareflexivos aspects and thus require the instruments of the emerging field of the philosophy of chemistry. In this work we propose doing an agenda of problems in teaching, language-related chemistry

**Key words:** philosophy of chemistry, chemistry language, teaching.

## Introdução

A linguagem é uma dimensão cognitiva essencial de uma teoria dos conteúdos escolares. Adúriz-Bravo (2001) defende a linguagem e representação como um dos seis campos estruturantes necessários para uma epistemologia da ciência para a formação de professores. Apesar da importância reconhecida pela generalidade dos investigadores em Educação Científica, bem como pela Educação Química, o estudo de especificidades e da natureza da linguagem de cada ciência, não é um ramo muito explorado. No caso da química esse estudo é aprofundado pelo emergente campo disciplinar da filosofia da química que emerge na filosofia da ciência, tendo como marco de sua institucionalização o ano de 1994, quando foram realizados muitos eventos em vários países (Marburg, Londres, Roma e Alemanha). Durante o século XX, a filosofia da ciência, restrita a análise lógica e sintática da ciência ideal, e no contexto do positivismo lógico, negligenciou a filosofia da química. Contudo, na atualidade, é o campo mais fértil dentro da filosofia da ciência.

A temática da linguagem química recebeu atenção das duas revistas principais, *Foundations of chemistry* e *Hyle*. Os temas mais discutidos foram: modelos químicos, natureza da explicação, leis e teorias químicas, conceitos químicos. Em 2003 foi publicado o livro intitulado *Chemical Explanation: Characteristics, Development, Autonomy*. Esse livro, composto por 40 capítulos, é resultado do congresso da ISPC de 1998 e tem como temática central a explicação química. No livro, como aconteceu no congresso, defende-se a autonomia da explicação química relativamente às outras ciências. Na sessão abaixo iremos sistematizar as principais temáticas e problemas discutidos pela filosofia da química. Temos a intensão apenas de organizar os principais problemas identificando questões transversais, específicas e singulares da química. Fazemos algumas inferências nesse contexto, tanto sobre a linguagem química como suas relações com o ensino.

## Filosofia da química e a linguagem química

### Conceitos químicos e os tipos naturais da química

Tem sido discutido se os conceitos químicos são tipos naturais, ou seja, se tem referente na realidade, ou se não idealidades ou ferramentas, instrumentos com utilidades operatórias. Não existe consenso a esse respeito.

### Dualidade epistemológica

Essa temática é recorrentemente discutida, inicialmente por Paneth (1931)<sup>1</sup>, que, fundamentado no sistema de Kant, problematiza a dualidade epistemológica utilizada na química. Kant distinguiu entre o empírico, acessível aos sentidos, e o transcendental. Aplicando o sistema kantiano aos conceitos químicos, Paneth (1962) reconhece dois conceitos de elemento. Um primeiro conceito é o de substância pura. Dentro do contexto de uma epistemologia operacional e instrumental, elemento é uma substância obtida por métodos de fracionamentos sucessivos. Esse conceito é importante, por inserir a química no contexto do empirismo positivista, sem a necessidade de se fazerem conjecturas e hipóteses metafísicas. Isso representou uma grande tensão no século XVIII entre uma linguagem química que abandona o carácter pictórico dos alquimistas e assume um carácter linguístico e uma linguagem que, posteriormente, assume o carácter icônico e diagramático presente principalmente na química orgânica. O outro conceito de elemento problematizado por Paneth

---

<sup>1</sup>Esse trabalho de Panet (1931) foi publicado novamente em 1962 e reeditado na revista *Foundations of Chemistry* em 2002.

(1962) é introduzido por Mendeleev como substância básica, associado ao racionalismo nas operações químicas (BACHELARD, 2009).

### **Conceitos centrais da química**

Segundo Mainzer (1997), os conceitos de simetria, estrutura molecular e complexidade, são centrais na investigação e no ensino de química; para Caldin (1961), substâncias puras, elementos, compostos, moléculas, átomos, partículas subatômicas e energia. Deltete (2008) discute a contribuição intelectual de Ostwald juntamente com os conceitos de irreversibilidade e energia em química e a construção de uma ontologia para a química macroscópica. Essa temática também é muito tratada na filosofia da química e Van Brakel (2012) defende ser necessário um livro de filosofia da química para a química macroscópica e um para a mecânica quântica.

Cintas (2002) analisa o contexto histórico e filosófico do conceito de estereoquímica de Vant't Hoff e Lebel. Sukumar (2009) defende que o conceito de estrutura molecular necessita ser visto além da aproximação Born-Oppenheimer, que se resume, na química, aos modelos tipo bola-vareta. A partir de então, novas funções foram sendo atribuídas a essas representações estruturais, funções descritivas, explicativas, heurísticas e comunicativas. Para Van Brakel (1999), o conceito de estrutura tem vários significados a depender dos diferentes níveis de descrição: estrutura como um sumário de possibilidades de reações: macroscopicamente, dada a rede de relações entre substâncias e reações químicas; estrutura geométrica das moléculas no nível micro: espacialidade e organização dos átomos, estruturas cristalinas; estrutura de valência: no nível micro dos átomos e ligações entre átomos, configuração eletrônica; estruturas matemáticas da mecânica quântica usadas na descrição de um sistema particular. Uma perspectiva reducionista irá defender que a estrutura, em níveis mais elevados de inclusividade, será explicada pelo nível mais fundamental; nesse sentido, a mecânica quântica oferecerá a explicação definitiva. A perspectiva reducionista foi a mais presente no contexto da química..

### **Idealidade dos conceitos químicos**

Eberhart (2002) argumenta que as descrições convencionais de ligações químicas como covalentes, iônicas, metálicas e as de Van der Waals estão comprometendo a utilidade da mecânica quântica na síntese e no projeto de novas moléculas e materiais. O autor faz um paralelo entre o estado atual da química e a ideia do flogisto, quando esse impediu o desenvolvimento da química. Para ele, a superação dos atuais obstáculos exigirá métodos para a descrição da estrutura molecular e da ligação, assim como novos conceitos foram necessários antes que a teoria do flogisto pudesse ser ultrapassada.

### **Polissemia dos conceitos químicos**

Outra característica relacionada com a ontologia química é sua polissemia. Esse é, na verdade, um problema tradicional na filosofia da química (VAN BRAKEL, 2012). O autor que mais discutiu essa temática foi Joseph Earley (2005, 2009), que problematiza se existe sal na água do mar. Na água do mar existem cátions e ânions, e não o sal como conhecemos.

### **Conceito de emergência: um conceito implícito no currículo**

Luisi (2002) defende que emergência é uma característica básica da química. A emergência em química é lugar comum; entretanto, esse conceito não é usado por químicos nem se encontra nos livros didáticos. O autor defende sua introdução nos currículos. Segundo Vancik (1999, 2003), esse conceito entra em outro programa metafísico, fundamentado nos processos de auto-organização. Ele afirma que, com a metafísica de processos, a era do reducionismo se encaminha para a era do emergentismo.

### **Circularidade dos conceitos químicos**

Laszlo (1999) defende duas características importantes dos conceitos químicos são a circularidade e dualidade. Ou seja, para o autor, é impossível definir ácido sem definir base. Existe uma longa lista de dualidades conceituais na química como: eletrófilo/nucleófilo, eletronegativo/eletropositivo, ácido/base, oxidante/redutor etc. Para Laszlo, a circularidade e dualidade dos conceitos em química, que ele considera uma herança da alquimia na química, tornam difícil produzir uma ciência dedutiva.

### **Explicações, leis e teorias químicas: reducionismo, diagramaticidade e aproximações**

Outro tema estruturante são as explicações: natureza aproximada das leis químicas; importância da tabela periódica nas explicações químicas; centralidade dos modelos nas explicações químicas; explicação estrutural e a importância da diagramaticidade; visualização; heurísticas na química. Akeroyd (2008) mostra que a explicação mecanicista, correntemente usada em química desde a revolução química, localiza a tabela das afinidades (Étienne François Geoffroy, 1672-1731) em sua origem. Segundo Berson (2008) as teorias, não apenas em química, necessitam de muitas correções empíricas *ad hoc*, e dá como exemplo a hipótese de Kekulé. Vemulapalli (2008) problematiza as duas teorias da ligação química, a ligação de valência e a do orbital molecular como as duas principais teorias da ligação química. Lombardi e Castagnino (2010) mostram que uma das dificuldades do reducionismo da química à física está em aceitar o reducionismo a uma ontologia quântica que ninguém sabe bem o que significa. O problema do reducionismo não está apenas do lado da química, mas já se apresenta do próprio lado da física.

### **Natureza aproximada das leis química**

Friedrich (2004) relata a necessidade das aproximações na ciência e na química, em particular, principalmente quando se lida com muitos corpos. Defende o autor que, na química, quando se lida com muitos corpos, todas as leis são aproximadas, o que vem a exigir modelos qualitativos. Ostrovsky (2001, 2005a) defende que a noção de aproximações tem sido o núcleo da filosofia da química e dá alguns exemplos: Born-Oppenheimer, formas moleculares, papel dos orbitais. Christie e Christie (2000) defendem que as leis químicas não obedecem às regras e exibem certas peculiaridades. Essa posição foi criticada por Vihalemm (2007), que defende que as leis químicas não são peculiares e são iguais às leis físicas construídas como sistemas idealizados e coloca como exemplo a tabela periódica.

### **Importância da tabela periódica nas explicações químicas**

A fundamentação do sistema periódico tem sido avaliada por alguns autores e representa um ícone da química e da própria ciência. Restrepo e Pachón (2007) fazem uma revisão da fundamentação matemática da tabela periódica, principalmente da topologia. Esse é um programa de pesquisa bastante forte na filosofia da química. A tabela periódica é o sucesso científico de maior evidência da química e, por isso, encontrar uma lógica e uma fundamentação matemática para o sistema periódico traria mais cientificidade à química. Axiomatizar a tabela periódica tem sido, portanto, um objetivo das investigações. Até ao momento, esse objetivo ainda não foi alcançado. Kibler (2007) descreve a passagem da química de Mendeleev (1889) para física atômica (1932) e a física de partícula (1953 - 2006) e mostra como a consideração de simetrias, largamente usada na física, pode racionalizar e dar um novo formato à tabela periódica. Essa tem sido a linha de matematização da tabela periódica, via relações, topologias e simetrias.

### **Centralidade dos modelos nas explicações químicas**

Os modelos químicos receberam uma atenção especial da revista *Hyle* em duas edições especiais sobre esse tema (RIBEIRO, 2014). Nos artigos da *Foundations of*

*Chemistry*, Klein (2001) estuda a semiótica química, aspectos epistemológicos e históricos de fórmulas da química berzeliana do início do século XIX da química orgânica. Akeroyd (2000) problematiza o avanço da explicação em química orgânica de 1930 a 1942; segundo o autor, as fundações da química orgânica moderna foram lançadas pelo trabalho seminal de Hughes e Ingold. O avanço, representado pela sua transformação de hipótese alternativa interessante, em 1933, para teoria principal (fora dos EUA), em 1942, foi conseguido por meio de uma multiplicidade de métodos. Esses métodos incluíram: a construção de uma nova notação científica; a racionalização de alguns dados experimentais aparentemente contraditórios; a refutação do trabalho experimental de um dos seus críticos persistentes e o uso de argumentos conceituais e também a realização de um escore de previsões bem-sucedidas que excederam o escore de previsões fracassadas.

Laszlo (2000) discute a essencialidade dos modelos em química e faz a analogia do uso dos modelos pelos químicos, que compara a um brinquedo usado por crianças que testam sua resiliência, pensando e adentrando-se nas aventuras do laboratório e da mente. Schummer (2014) ao comentar sobre as diferenças entre modelos e leis, considera que modelos são desenvolvidos com descrição aproximada de casos exemplares, que pode ser ampliado a outros casos, enquanto que leis são formuladas com reivindicações universais da verdade. Segundo este autor, as leis, se confrontadas com problemas graves, elas devem ser totalmente abandonadas, resultando em descontinuidades da ciência, já os modelos podem ser flexíveis e ajustados por novos modelos. No contexto da educação Justi e Gilbert (2002) defendem a integração da filosofia da química com base na importância dos modelos na educação química.

### **Explicação estrutural e a importância da diagramaticidade**

Goodwin (2008) defende que a explicação em química, fundamentada em diagramas, é tão potencial quanto à matemática. O autor contextualiza a disciplina de química orgânica em que os diagramas são usados em uma extensividade muito grande. Esse mesmo problema foi posto por Schummer (1999, 2003a), que salienta, no contexto das sínteses químicas, o grau de eficiência e produtividade de uma ciência que usa poucos recursos matemáticos. Para esses autores a diagramaticidade é uma característica importante da química. Schummer (1998) defende a linguagem simbólica (diagramática), as classificações e a investigação das propriedades materiais como o núcleo químico da química. Del Re (1998) analisa o *status* ontológico do conceito de estrutura molecular, tida como epifenômeno ou como convenção. Del Re (2000) problematiza o conceito de modelo e o relaciona com o conceito de idealização em química. Ainda problematiza os tipos de modelos classificando-os em modelos físicos e matemáticos. Para ele, os modelos químicos são essencialmente exemplos de modelos físicos.

### **Importância da visualização**

Ede (2006) analisa a imagem visual e textual da química. Knight (2003) compara o simbolismo da linguagem química e a atividade laboratorial e observa que, com Lavoisier, o simbolismo da linguagem química foi reduzido. Entretanto, essa linguagem volta a ter proeminência com o desenvolvimento da linguagem estrutural da química orgânica.

### **Heurísticas na química**

Goodwin (2008) analisa como a teoria em química orgânica facilita as sínteses em orgânica e sumariza que a teoria em orgânica segue uma série de políticas heurísticas que ajudam a prever e descrever. As teorias na orgânica são regras e protocolos e não apresentam a mesma forma que a considerada na ciência convencional. Contudo, as principais tensões químicas desse campo estão explicitadas a seguir:

a) **Modelo /Realidade:** supremacia da representação.

b) **Qualitativo/Quantitativo:** necessidade das aproximações - tem-se caracterizado a química como um contexto difícil para a superação dos modelos qualitativos. As leis químicas são marcadas por aproximações. A filosofia da química poderia ser uma filosofia das aproximações (OSTROVSKY, 2005). Como a química lida com problemas de muitos corpos, os modelos químicos são essencialmente qualitativos.

c) **Estrutura/Composição:** dois paradigmas em química - no século XVIII, o paradigma era composicional. Com o desenvolvimento da química orgânica, o conceito de estrutura passou a ser determinante para a identificação das espécies químicas. O conceito de estrutura ocupa grande parte do debate da filosofia da química, sendo o foco principal da possibilidade de redução da química à mecânica quântica. Na tabela abaixo, temos um campo semântico ou campo de problemas da linguagem química debatido pela filosofia da química. Salientamos a linguagem diagramática, estrutural, o carácter relacional e polissêmico dos conceitos químicos.

d) **Tensões transversais estruturantes:** modelo/realidade – supremacia da representação (1); qualitativo/quantitativo – necessidade das aproximações (2) e estrutura/composição – dois paradigmas em química (3). Como síntese, podemos organizar a tabela 1 abaixo:

Conceitos	Explicação	Especificidades
Tipos naturais	Reduccionismo	Diagramaticidade Classificações
Dualidade epistemológica	Aproximações	
Conceitos centrais	Tabela periódica	
Idealidade	Modelos	
Polissemia	Explicação estrutural	
Conceitos implícitos	Visualização	
Circularidade	Heurísticas	

Tabela 1: principais temas e problemas discutidos pela filosofia da química.  
Fonte: Elaboração própria.

Um trabalho interessante seria verificar que características destacadas na tabela acima são apropriadas pela educação química.

## Conclusão

Dada a importância da linguagem para a educação científica, nossa investigação mostrou uma série de questões vinculadas à linguagem química, um campo de problemas que a educação química deve ter uma maior apropriação e racionalização. Baseado no debate da filosofia da química é possível fazermos algumas inferências e afirmações. A primeira é que a química é uma ciência com características classificatórias, visual, imagética e diagramática. Filósofos da química tem reiteradamente caracterizado a química assim. Temos como hipótese que a educação química não se apropria da química com estas características.

Uma segunda afirmação é que a explicação estrutural, principalmente na Orgânica, baseada em diagramas, é tão eficiente quanto à matemática. O carácter diagramático tem sido reiteradamente usado. Também suas explicações baseadas em mecanismos de reações têm sido a forma mais eficiente de previsão, sistematização e organização do conhecimento, potencializando a eficiência das sínteses químicas e uma agenda científica mais produtiva na ciência na atualidade. Uma hipótese que fazemos que esta característica da química seja apropriada de forma implícita e irrefletida no currículo de química. É possível, inclusive, defender a química como uma linguagem e o ensino de química perspectivado como o ensino de uma língua. Outra característica importante é a polissemia ou pluralismo da linguagem química. Também temos como hipótese que esta característica é implícita no currículo da

química. Outras características como: leis, teorias químicas, modelos, tabela periódica, circularidade e dualidade dos conceitos, são temas pobremente discutidos pela educação química.

## Referências

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tese de Doutorado - Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- AKERROYD, M. The rise of the hughes and ingold theory from 1930 through 1942. *Foundations of Chemistry*. New York, v. 2, p. 99-1, 2000.
- \_\_\_\_\_. (2008). Mechanistic explanation versus deductive-nomological explanation. *Foundations of Chemistry*, New York, v.10, n.1, p.39-48.
- BACHELARD, G. **O pluralismo coerente da química moderna**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.
- BERSON, J. A. Fundamental theories and their empirical patches. *Foundations of chemistry*, v. 10, n.3, p.147-156, 2008.
- CALDIN, E. F. **The structure of Chemistry in relation to the philosophy of science**. London; New York: Sheed e Wards, 1961.
- CHRISTIE, J. R.; CHRISTIE, M. (2000). Laws and theories in chemistry do not obey the rules. In: *Of minds and molecules: new philosophical perspectives on chemistry*, Oxford: Oxford University Press.
- CINTAS, P. On the Origin of Tetrahedral Carbon: A Case for Philosophy of Chemistry? **Foundations of Chemistry**. New York, v.4, n.2, p.149-161, 2002.
- DEL RE, G. (1998). Ontological status of molecular structure. *HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.4, n.2, p.81-103.
- \_\_\_\_\_. (2000). Models and analogies in science. *HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.6, n.1, p.5-15.
- DELTETE, R. J. Wilhelm Ostwald's energetics 3: Energetic theory and applications, part II. **Foundations of Chemistry**. New York, v.10, n.3, p.187-221, 2008.
- EARLEY, J. Why there is no salt in the sea. *Foundations of Chemistry*. New York, v.7, n.1, p.85-102, 2005.
- \_\_\_\_\_. How chemistry shifts horizons: element, substance, and the essential. *Foundations of Chemistry*. New York, v.11, n.2, p.65-77, 2009.
- EBERHART, M. (2002). Quantum Mechanics and Molecular Design in the Twenty First Century. *Foundations of Chemistry*. New York, v.4, p.201-211.
- EDE, A. (2006). Abraham Cressy Morrison in the Agora: Bringing Chemistry to the Public.
- FRIEDRICH, B. (2004). Just How Ab Initio is Ab Initio Quantum Chemistry. *Foundations of Chemistry*. New York, v.6, p.117-132.
- GOODWIN, W. M. Structural formulas and explanation in organic chemistry. *Foundations of Chemistry*, Vol.10, n.2, 2008.
- IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2012). On Pré-history of philosophy of Chemistry. In: *INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY - SUMMER SYMPOSIUM, 2012, Leuven, Bélgica*.
- JUSTI, R.; GILBERT, J. (2002). Models and modelling in chemical education. In: GILBERT, j. K. et al. *Chemical Education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer.
- \_\_\_\_\_. **La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos**. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2) 2006.
- KIBLER, M. R. (2007). From the Mendeleev periodic table to particle physics and back to the periodic table. *Foundations of Chemistry*. New York, v.9, n.3, p. 221-234.

- KLEIN, U. (2001). Tools and modes of representation in the laboratory sciences. Kluwer.
- KNIGHT, D. (2003). Exalting Understanding without Depressing Imagination‘ Depicting Chemical Process. HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry, Berlin, v.9, n.2, p.171-189.
- LASZLO, P. (1999). Circulation of concepts. Foundations of Chemistry. New York, v.1, p. 225-238.
- \_\_\_\_\_. (2000). Playing with Molecular Models. HYLE- International Journal for Philosophy of Chemistry, Berlin, v.6, n. 1, p. 85 – 97.
- LOMBARDI, O.; CASTAGNINO, M. Matters are not so clear on the physical side. Foundations of Chemistry, New York, v.12, n. 2, p. 159-166, 2010.
- LUISI, P. L. (2002). Emergence in Chemistry: Chemistry as the Embodiment of Emergence. Foundations of Chemistry. New York, v.4, p.183-200.
- MAINZER, K. (1997). Symmetry and Complexity - Fundamental Concepts of Research in Chemistry. HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry, Berlin, v.3, p. 29-49.
- OSTROVSKY, V. N. What and How Physics Contributes to Understanding the Periodic Law. Foundations of Chemistry. New York, v.3, n.2, p.145-182, 2001.
- \_\_\_\_\_. On Recent Discussion Concerning Quantum Justification of the Periodic Table of the Elements. Foundations of Chemistry. New York, v.7, n.3, 2005.
- PANETH, F. A. (1962). The epistemological status of the concept of element. British journal for the philosophy of science, Oxford, v.13, n.1, p.144–60.
- RESTREPO, G.; VILLAVECES, J. Chemistry, a Lingua Philosophica. In: **Foundations of Chemistry**. New York, v.13, n.3, p.233-249, 2012.
- RIBEIRO, M.A.P. **Integração da Filosofia da química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma filosofia no ensino**. Tese doutoral. Universidade de Lisboa: Lisboa, 2014.
- SCHUMMER, J. The chemical core of Chemistry: A conceptual approach. **Hyle, International Journal for Philosophy of Chemistry**, V. 4, n.1, p.129–162, 1998.
- \_\_\_\_\_. (1999). Coping with the growth of chemical knowlege: chalenges for Chemistry documentation, Education and working chemists. Educación química, v.10, n. 2, p. 92- 101.
- \_\_\_\_\_. (2003a). The Notion of Nature in Chemistry. Studies in History and Philosophy of Science. v.34, p. 705-736.
- \_\_\_\_\_. (2014). The Preference of Models over Laws of Nature in Chemistry. In: European Review, v. 22, n.1, p.87-101.
- SUKUMAR, N. (2009). The chemist’s concept of molecular structure. Foundations of Chemistry. New York, v.11, p.7-20.
- VAN BRAKEL, J. (1999). On the neglect of the philosophy of Chemistry. Foundations of Chemistry. New York, v.1, p.111–174.
- \_\_\_\_\_. (2012). On Pré-history of philosophy of Chemistry. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY - SUMMER SYMPOSIUM, 2012, Leuven, Bélgica.
- VANCIK, H. (1999). Opus Magnum: An Outline for the Philosophy of Chemistry. Foundations of Chemistry. New York, v.1, p.239-254.
- \_\_\_\_\_. (2003). Philosophy of Chemistry and Limits of Complexity. Foundations of Chemistry. New York, v.5, p.237-247.
- VEMULAPALLI, G. K. (2008). Theories of the chemical bond and its true nature. Foundations of Chemistry. New York, v.10, n. 3, p.167-176.
- VIHALEMM, R. Philosophy of Chemistry and the image of science. **Foundations of science**, v.12, n.3, p.223–234, 2007.