

Um estudo da linguagem da química orgânica na perspectiva do método marxista e da Psicologia Histórico Cultural

A study of the language of organic chemistry from the perspective of the Marxist method and Cultural Historical Psychology

Caio de Souza Silva¹, Hélio da Silva Messeder Neto²

¹PPGEFHC- Instituto de Física- UFBA, ²Instituto de Química- UFBA
¹caiooss404@gmail.com, ²messeder3@gmail.com

Resumo

O sistema de signos, as letras, as palavras, os símbolos, de modo geral, criado pelo ser humano com o intuito da comunicação e troca de informações específicas e elaboradas, entre os indivíduos, possibilitou um grande avanço no desenvolvimento da humanidade como um todo. Na química orgânica, em específico, a simbologia das estruturas moleculares é de extrema importância e merece uma análise sócio-histórica que pode contribuir na sua compreensão. A Psicologia Histórico-Cultural desenvolvida por Vygotsky e seus seguidores tem como fundamento de análise a perspectiva histórico crítica de Marx. Os três pilares metodológicos fundamentais, os quais delineiam a investigação marxiana e posteriormente utilizada por Vygotsky – quais sejam, o conceito de unidade mínima de análise; a apreensão histórica das categorias de estudo; e a definição dos antagonismos essenciais que pautam a concretude histórica dos fenômenos. Este método de análise então foi extrapolado para o estudo da linguagem da química orgânica neste trabalho.

Palavras chave: método marxista; química orgânica; linguagem química; psicologia histórico-cultural.

Abstract

The system of signs, letters, words, symbols, in general, created by the human being with the purpose of the communication and exchange of specific and elaborate information among individuals, made possible a great advance in the development of humanity as a whole. In organic chemistry, in particular, the symbology of molecular structures is extremely important and deserves a socio-historical analysis that can contribute to their understanding. Historical-Cultural Psychology developed by Vygotsky and his followers is based on Marx's critical historical perspective. The three fundamental methodological pillars, which outline the Marxian research and later used

by Vygotsky - namely, the concept of a minimum unit of analysis; the historical apprehension of the categories of study; and the definition of the essential antagonisms that guide the historical concreteness of phenomena. This method of analysis was then extrapolated to the study of the language of organic chemistry in this work.

Key words: Marxist method; organic chemistry; chemical language; historical-cultural psychology.

As bases que justificam a discussão

A Química é uma ciência caracterizada por fazer uso de uma grande quantidade de representações simbólicas como: modelos para o átomo, fórmulas químicas, estruturas moleculares, equações de reações químicas, entre outras. Na química orgânica, em específico, a simbologia das estruturas moleculares é de extrema importância e merece uma análise sócio-histórica que pode contribuir na sua compreensão. O sistema de signos, as letras, as palavras, os símbolos, de modo geral, criado pelo ser humano com o intuito da comunicação e troca de informações específicas e elaboradas, entre os indivíduos, possibilitou um grande avanço no desenvolvimento da humanidade como um todo. Nos estudos realizados por Vygotsky, antes do ser humano desenvolver uma linguagem através dos signos, a comunicação entre os indivíduos da espécie se dava de forma semelhante aos demais animais, somente através de sons, gestos e expressões faciais (VYGOTSKY, 2008). À medida que a espécie humana passa a se comunicar através dos signos de forma racionalmente lógica e elaborada, surge a possibilidade da comunicação de ideias, de conceitos, daquilo que seja abstrato. Nessa perspectiva, Oliveira ressalta que:

para que a comunicação com outros indivíduos seja possível de forma mais sofisticada, (...) é necessário que sejam utilizados signos, compreensíveis por outras pessoas, que produzam ideias, sentimentos, vontades, pensamentos, de forma bastante precisa (1997, p. 42).

Neste sentido, a simbologia para a Química tem uma especificidade diferente do que em outros âmbitos do conhecimento humano, pois ela trata de entidades a níveis submicroscópicos que não são percebidos pelos órgãos do sentido, no entanto a sua comunicação só se pode ser estabelecida através das representações simbólicas. De acordo com Roque e Silva (2008) para estabelecer essa correlação, entre as características do mundo macroscópico, perceptíveis pelos órgãos dos sentidos, e as explicações à nível submicroscópico, o homem precisou criar uma linguagem para

discutir o microcosmo, ou seja, os átomos, íons e moléculas. E toda linguagem, já nos ensinou Vigotski, desenvolve-se na mesma medida que as estruturas do pensamento evoluem do concreto para o abstrato e vice-versa.

O que se pode apontar, então, é que as dificuldades de aprendizagem da linguagem da química estão associadas à:

1- A diferença entre a linguagem comum da linguagem científica, pois esta última tem características bem específicas que a distinguem das outras formas de linguagens comuns, o que pode gerar estranheza nos alunos em uma aula de ciências. De acordo com Mortimer:

Enquanto na linguagem comum predominam narrativas que relatam sequências lineares de eventos, a linguagem científica congela os processos, transformando-os em grupos nominais que estão ligados por verbos que exprimem relações entre os processos (MORTIMER, 1998, p.102).

A estranheza que os alunos percebem quando se deparam com uma aula de ciências é uma mudança na sintaxe da frase a qual ainda não estão acostumados, pois na linguagem comum do cotidiano coisas e seres são designados por nomes e processos por verbos, já na linguagem científica se deparam com processos que se transformaram em nomes ou grupos nominais e os, agora, não expressam mais ações e suas relações.

2- a sua especificidade quase hermética faz com que o grande público acabe ficando afastado da verdadeira natureza, a qual possui sua origem histórica, desde os alquimistas. Podemos encontrar sinais simbólicos como parte integrante dos documentos alquímicos gregos que datam do décimo terceiro ao décimo quinto século (OBRIST, 2003). Por motivo de segurança, os alquimistas utilizam uma linguagem enigmática para descrever suas teorias, materiais e operações (HOLMYARD, 1990). Por consequência disto a linguagem alquímica ao mesmo tempo em que precisava ser difundida entre os alquimistas, era restrita para manter seu caráter hermético. Para isso a Alquimia usou e abusou de signos e símbolos incompreensíveis para qualquer pessoa que não fosse iniciada.

3- muito provavelmente, às dificuldades em se estabelecer as necessárias relações entre os entes químicos do mundo microscópico e do macroscópico. Pois, como já foi discutido aqui, a linguagem química atribuída ao microcosmo que não podem ser percebidos pelos órgãos do sentido causa estranheza a quem está iniciando nesta Ciência. Por exemplo, as estruturas que representam as moléculas dos compostos orgânicos precisam ser compreendidas apesar da falta de contato físico direto com esses

entes de forma individual, que possibilite uma percepção dos órgãos dos sentidos. Deste modo, as representações simbólicas exercem o papel de mediador da compreensão entre o mundo microscópico e o macroscópico.

O método de análise

A Psicologia Histórico-Cultural desenvolvida por Vygotsky e seus seguidores tem como fundamento de análise a perspectiva histórico crítica de Marx. O método de análise em Marx, no seu trabalho sobre economia política, toma como a unidade mínima a mercadoria. Os aspectos contraditórios dentro da sociedade capitalista se dão pela relação entre burgueses e proletários. E o terceiro ponto está na história da humanidade que culminou na possibilidade do surgimento da sociabilidade capitalista. Neste sentido, apontamos, em concordância com Bulhões e Martins,

como premissa a hipótese de que os três pilares metodológicos fundamentais, os quais delineiam a investigação marxiana da sociedade burguesa à luz da teoria do valor – quais sejam, o conceito de unidade mínima de análise; a apreensão histórica das categorias de estudo; e a definição dos antagonismos essenciais que pautam a concretude histórica dos fenômenos; – se configuram também nos pressupostos os quais respaldam epistemologicamente a trajetória analítica vigotskiana, e que, por conseguinte, sustentam a compreensão cultural e interfuncional do psiquismo humano. (BULHOES, MARTINS, 2017, p.5)

Vygotsky (1982/1991) através de suas análises conseguiu identificar que a abordagem da psicologia tradicional tomava como seu objeto de estudo uma posição atomística, isolada e desconectada aos demais objetos que compõe a totalidade, de forma comparável ao modo como a economia clássica havia feito com as categorias centrais da sociedade burguesa. A psicologia histórico-cultural corrobora a abstração como ferramenta teórica a qual atua como mediadora da análise essencial da realidade objetiva e supera conclusões sustentadas nas definições imediatas da superfície aparente (Vygotski, 1982/1991). A realidade objetiva não pode ser apreendida pela consciência humana de forma imediata, como uma cópia mecânica exata e fidedigna do mundo exterior (Martins, 2013). A captação e o domínio das relações essenciais que delineiam os determinantes da realidade advêm da complexificação dos processos mentais, conquistada por meio da atividade vital humana – o trabalho social – a qual se interpõe nas relações dialéticas de apropriação dos signos da cultura e objetivação das

características essencialmente humanas (Vygotski, 1983/1995, 1934/2012). Desta forma, a aprendizagem da química, mais especificamente da química orgânica, e de toda a sua simbologia não pode se dar de forma rasa, superficial, na aparência primária, mas é necessário estabelecer articulações com a totalidade e no movimento dialético entre os níveis macro e microscópicos, entre o aspecto material e representacional.

Dentro dessas premissas, Vygotski (1934/2012) anunciou o signo, manifesto especialmente no significado da palavra, como o elemento representativo da unidade mínima de análise do psiquismo humano, dado que esta categoria contém em si as tendências contraditórias elementares as quais delineiam os pressupostos de desenvolvimento da consciência. Esta categoria é parte inalienável do pensamento verbalizado, no qual cada palavra sintetiza uma generalização “que reflete a realidade de um modo completamente diferente de como o fazem as sensações e percepções imediatas” (Vygotski, 1934/2012, p. 18). De forma análoga iremos tomar a estrutura dos compostos orgânicos, manifestado em seu significado, como a unidade essencial de análise para a química orgânica.

Dentro da unidade mínima de análise da psicologia histórico cultural de Vygotsky, por meio do significado da palavra, concordamos com Lígia Márcia Martins quando afirma que:

compreende-se a realização das contradições entre o componente biológico e cultural e, igualmente, entre instituintes individual e social da conduta humana, expressas na articulação visceral entre os processos funcionais elementares e superiores. Portanto, a vinculação entre as funções psicológicas sustenta-se na contraposição dialética entre a esfera biológica e a esfera cultural como unidade de contrários. (MARTINS, 2017, p.5)

Com isso, então, nos coloca a estabelecer aqui a dialética contraditória essencial para a análise da unidade da química orgânica, que se apresenta na estrutura dos compostos, é o seu caráter macroscópico e microscópico.

O caráter histórico que dá sustento aos três pilares do método de análise de Marx é alcançado quando se estuda todo o percurso histórico do desenvolvimento da linguagem da química e mais especificamente da química orgânica. O qual é analisado como se deu a relação entre a elaboração dos conceitos orgânicos com o seu aspecto representacional simbólico.

Unidade mínima de análise da química orgânica

A unidade mínima de análise dentro de uma temática precisa ser aquilo de mais elementar, aquilo que é indispensável para explicar todo o resto. No método marxista para o estudo da economia política, a mercadoria é a unidade mínima de análise que sustenta e justifica todo o sistema de produção capitalista. De forma similar, Vygotsky acha no signo, dotado de significado, a unidade mínima para desenvolver e explicar toda a psicologia do desenvolvimento humano. Neste mesmo sentido, encontramos na química orgânica a estrutura da molécula como sendo a unidade mínima de análise, pois é através das estruturas moleculares que se podem explicar todos os fenômenos químicos em orgânica. Seja para justificar os mecanismos das reações, as interações entre as moléculas, a estereoquímica, a absorção de radiação, as propriedades das substâncias, entre outros fenômenos a centralidade das explicações está na estrutura da molécula orgânica.

Categoria histórica das representações na química orgânica.

Durante o período alquímico, ocultar informação para leitura apenas dos iniciados era parte da situação-problema. Após este período, ocultar informações não era mais necessário, e o foco das situações-problema continha outros valores, como quantificação e clareza representacional. Contudo, surge uma proposta de representar os compostos não mais através de seu aspectos macroscópicos e/ou características físicas sensoriais e passa a focar na sua constituição, no seu nível simbólico. Como afirma Neto, Raupp e Moreira “Ao invés de focar no sensorio, a química passa a focar no resultado da análise e síntese de cada substância” (NETO, RAUPP, MOREIRA, p.3, 2009).

Segundo Mortimer (1996) a ideia de fórmula química surgiu como uma forma de expressar as quantidades das substâncias elementares que se combinam. As fórmulas químicas retratam através de sua simbologia a composição qualitativa e quantitativa das substâncias, são em resumo formas abreviadas de representar a composição das substâncias. Mesmo assim, no meio do século 19, os cientistas tinham uma variedade exagerada de representações que poderiam ser utilizadas em Química. Para sanar esta dificuldade fazia-se necessário a criação de uma linguagem homogênea na Química, caso contrário a expansão da Química poderia ser prejudicada. A Química Orgânica era a principal afetada devido ao fato de compostos orgânicos serem constituídos por

carbono, e este elemento exibir uma vasta diversidade não só nos modos como forma as ligações, mas também no número de outros elementos com os quais é capaz de se ligar. Em 1860 era urgentemente necessária uma homogeneidade na linguagem da química orgânica. Couper havia tido a excelente ideia de representar as ligações por traços ou pontos e Kekulé, Loschmidt, Gerhardt, Kolbe, entre outros químicos, haviam tentado estabelecer fórmulas gráficas que representassem os compostos orgânicos. As estruturas de Couper ou fórmulas estruturais planas são representações, por traços de união, de todas as ligações covalentes entre todos os átomos da molécula. Couper introduz elementos representacionais que refletem o conceito de ligação, devido à suas experiências com situações-problema onde múltiplas valências poderiam ocorrer para o carbono.

Em 1890, Alfred Werner, demonstrou pictoricamente que os diferentes pontos fusão encontrados para os três isômeros era atribuído às diferenças estruturais das moléculas. Todas essas representações foram desenvolvidas com base nas estruturas de Couper e aprimoradas com o passar do tempo. O desafio da terceira dimensão das moléculas só surge após a descoberta de Pasteur do desvio do plano da luz polarizada provocado pelos ácidos tartáricos, aliada à forma tetraédrica proposta para o átomo de carbono por van't Hoff e Le Bell. A partir daí tornou-se necessário imaginar e representar as moléculas em três dimensões.

O modelo molecular propiciou uma maneira de se estudar e entender melhor a estrutura molecular invisível a nossos olhos, uma vez que proporcionou uma forma de representá-las. Com o aprendizado dessa forma de representação o químico não precisa mais ter o modelo concreto em suas mãos, ele consegue imaginá-lo a partir da fórmula estrutural desenhada.

Unidade de contrários na química orgânica

A relação dialética que Vygotsky utiliza no seu trabalho sobre o desenvolvimento do psiquismo humano está presente nos aspectos biológicos e socioculturais. Estes dois aspectos, no ser humano, forma uma unidade que não há como conceber a existência de um sem o outro. Essa categoria de unidade de contrários está presente também na química orgânica nos seus aspectos macroscópicos e microscópicos. As propriedades dos compostos orgânicos que são perceptíveis em escala macroscópica são explicadas através das suas características microscópicas presente nas estruturas das moléculas.

Não há como conceber o aspecto macro sem o micro, na química. Apesar das propriedades dos compostos orgânicos em escala macroscópica já serem observadas há muito tempo, antes mesmo da concepção de partículas microscópicas na ciência, isso não implica que estas não existiam. O que se pode perceber é que elas já existiam, porém os seres humanos não tinham sistematização cultural suficiente para compreendê-las. A relação entre essas dimensões podem ser observadas, por exemplo, quando um químico trabalhando no laboratório elabora a síntese de um composto e para verificá-lo utiliza de indícios de absorção de infravermelho, absorção atômica, entre outros métodos de caracterização para estabelecer a relação com sua estrutura microscópica.

Considerações Finais

Essa análise não se encerra na química orgânica, mas pode ser extrapolado para se discutir o método marxista em outras subáreas da química. Este método de análise tem grandes implicações para a educação, pois submete as professoras e os professores a refletirem sobre as categorias da unidade de análise, a historicidade e as relações dialéticas que existem em cada conteúdo científico. Para os estudantes, este método pode ser extrapolado para uma visão de mundo na qual se podem compreender as relações contraditórias que estão para além da aparência imediata, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico de modo geral.

Referências

BULHÕES, L. F. S. S. MARTINS, L. M. **A Relação Intrínseca Entre A Psicologia Histórico-Cultural e a Epistemologia Marxiana**. 2017.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafio para a educação**.

Ed. Unijuí: Ijuí, 2003, cap. 5.

GREENBERG, A. **Uma breve história da química – da alquimia às ciências moleculares modernas**. tradução da primeira edição inglesa: Henrique Eisi Toma; Paola Corio; Viktoria Klara Lakatos Osório. – São Paulo: Blucher, 2009.

HOLMYARD, E. J. **Alchemy**. New York: Dover, 1990

Martins, L. M. **O Desenvolvimento do Psiquismo e a Educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados. 2013.

Mortimer, E. F. **Ciência, ética e cultura na educação**. Ed. Unisinos: São Leopoldo, 1998, cap. 4.

MORTIMER, E. F. **O Significado das Fórmulas Químicas**. Química Nova na Escola, n.3, p. 19-21, 1996.

NETO, A. S. A. RAUPP, D. MOREIRA, A. M. **A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação Baseada na teoria dos campos conceituais**. VII enpec, Florianópolis, 2009.

OBRIST ,B. **Visualization in Medieval Alchemy from HYLE**, The International Journal for Philosophy of Chemistry, v. 9, n.2 ,2003.

OKI, M. C. M.; Química *Nova na Escola* 2007, no. 26, 24.

ROQUE, N. F. SILVA, J. L. P. B. *Química Nova*, Vol. 31, No. 4, 921-923, 2008.

VIGOTSKI, L. S.; **A Construção do Pensamento e da Linguagem**, Martins Fontes: São Paulo, 2001.

VYGOTSKI, L. S. (2012). **Pensamiento y habla** (A. González, Trad.). Buenos Aires: Colihue. (Trabalho original publicado em 1934).

VYGOTSKI, L. S. (1991). **El significado histórico de la crisis de la Psicología**. In: *Obras escogidas* (Tomo I). Madrid: Visor. (Original publicado em 1982).

VYGOTSKI, L. S. (1995). **Obras escogidas** (Tomo III). Madrid: Visor. (Trabalho original publicado em 1983).

VYGOSTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem** – 4ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.