

## Artigo

## Um Estudo Semiótico Sobre o Conteúdo de Formas Exordiais de Representação do Espaço na Química Orgânica no Final do Século XIX

Dangelo, L.; Rezende, C. M.; Araujo Neto, W. N.

Rev. Virtual Quim., 2020, 12 (5), 1357-1367. Data de publicação na Web: 21 de Agosto de 2020

<http://rvq.sbg.org.br>

### A Semiotic Study of Content in Exordial Forms of Space Representation in Organic Chemistry in The Late 19th Century

**Abstract:** In this study we present, for the first time in the literature, a semiotic analysis concerning the forms of use of pictorial diagrams with square shapes and their physical molds, used by August Hofmann in a set of lectures, during the period he was in Great Britain teaching at Royal College. The methodology adopts for semiotic analysis the typology of the ten classes of Charles Peirce, and makes comparisons with other similar symbolic forms, used by John Daniell. The results reveal that the semiosis imposed by Hofmann on his squares suggests forms of use compatible with the Dicent Symbolic Legisign type. In the end, it is concluded that the suggested dicent aspect, emerging in Hofmann's pictorial diagrams uses, manifest an exordial form of presenting space as a component of the "chemical body" (as used in the studied references).

**Keywords:** Semiotics; philosophy of chemistry; symbolic forms; chemistry representation

### Resumo

Nesse estudo apresentamos, pela primeira vez na literatura, uma análise semiótica das formas de uso dos diagramas pictóricos com formas de quadrados e de seus moldes físicos, empregados por August Hofmann em um conjunto de lectures, durante o período que esteve na Grã-Bretanha ensinando no Royal College. A metodologia adota para análise semiótica a tipologia das dez classes de Charles Peirce, e realiza comparações com outras formas simbólicas semelhantes, usadas por John Daniell. Os resultados revelam que a semiose imposta por Hofmann aos seus quadrados sugere formas de uso compatíveis com a classe de signo do tipo legisigno-simbólico-dicente. Ao final conclui-se que esse aspecto dicente, encontrado nos diagramas pictóricos de Hofmann, manifestam uma forma exordial de apresentar o espaço como um componente do "corpo químico" (*chemical body* como usado nas referências estudadas).

**Palavras-chave:** Semiótica; filosofia da química; forma simbólicas; representação química

\* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Campus Ilha do Fundão, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

 [leonardo@mn.ufrj.br](mailto:leonardo@mn.ufrj.br)

DOI: [10.21577/1984-6835.20200102](https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200102)

## Um Estudo Semiótico Sobre o Conteúdo de Formas Exordiais de Representação do Espaço na Química Orgânica no Final do Século XIX

Leonardo Dangelo<sup>ID</sup>, Claudia de Moraes Rezende<sup>ID</sup>, Waldmir Nascimento de Araujo Neto<sup>ID</sup>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Campus Ilha do Fundão, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

\*[leonardo@mn.ufri.br](mailto:leonardo@mn.ufri.br)

*Recebido em 18 de Fevereiro de 2020. Aceito para publicação em 23 de Julho de 2020.*

1. Introdução
2. O Referencial Semiótico e a Análise de Dados
3. Análise Histórico-Semiótica
4. Considerações Finais

### 1. Introdução

Os estudos sobre representação de moléculas que transcorreram entre meados do século XIX e meados do século XX foram marcados por intensos debates. De acordo com Eric Franoueur, nesse período “o uso de modelos foi parte integrante da articulação do conhecimento e experiência dos químicos das estruturas moleculares, como entidades conceituais”.<sup>1</sup> Nosso objetivo no presente texto é estudar a contribuição de August Wilhelm von Hofmann (1818 - 1892) para a construção de um sentido de representação estrutural, ao qualificarmos suas formas primeiras, ou seja, exordiais, e transcorridas na segunda metade do século XIX, de configurar o espaço como um componente semiótico, ainda que de forma ambígua, na representação da estrutura de compostos químicos. Para cumprir tal objetivo, lançamos mão de documentos primários de Hofmann, alcançados por meio da web ou adquiridos em sebos virtuais, mas também de artigos e livros revistos na literatura da área sobre o químico alemão.

Em termos do espaço como componente simbólico nas representações da segunda metade

do século XIX, sabemos que a emergência da estereoquímica tem sido tratada pelos historiadores como tendo sido resultado de uma sequência de argumentos e descobertas no interior do desenvolvimento do arcabouço teórico da química.<sup>2</sup> As diferentes formas de representação que emergiram a partir da segunda metade do século XIX foram vistas por historiadores e filósofos como meras ilustrações dos conceitos de átomo, valência ou espaço. Nossa posição, aliada àquela de outros pesquisadores da área<sup>3</sup>, e em contraposição à visão estritamente causal entre teoria e representação<sup>4,5</sup>, situa-se na defesa de uma heurística independente para a representação, uma forma de comunicar exclusiva, que se estabelece nesse momento histórico da química. Essa exclusiva forma de comunicar é uma marca importante da identidade da química frente a outros campos disciplinares da época.

O conceito de representação espacial das moléculas teve diversos personagens a ele associado na química, diferentes contribuições ao longo da história, e August Hofmann é um destaque nesse conjunto.<sup>6-8</sup> No entanto, percebemos que a literatura focaliza, prioritariamente, certos aspectos de seu trabalho,

e por uma outra via, gostaríamos de oferecer ao leitor uma contribuição que demonstrasse o movimento exordial que Hofmann, de certa maneira, empreendeu para estabelecer os arranjos espaciais entre átomos.<sup>9-12</sup> Vamos analisar aqui as representações que Hofmann criou, seus desenhos, suas próprias descrições deles, e tentar perceber como o caminho para o espaço na representação estrutural começa a se construir, ou não, nesses primeiros signos do químico alemão. Para isso, nos apropriamos do referencial teórico-filosófico da Semiótica Peirciana, ou seja, utilizamos em nosso estudo o solo teórico oferecido por Charles Sanders Peirce (1839-1914), e procedemos metodologicamente nessa direção ao ter como referência secundária outras análises já conduzidas por comentadores, elegidos a partir de sua repercussão na literatura da área.<sup>13-15</sup> Para situarmos essa análise em termos de sua relação cultural naquele momento, e fortalecermos os argumentos que ora propomos, faremos comparações entre os resultados obtidos a partir da análise semiótica dos signos usados por Hofmann com produções análogas à época.

Usamos como corpus empírico inicial as imagens contidas no Livro *“Introduction to Modern Chemistry – Experimental and Theoretic”*<sup>21</sup> publicado em 1865, e que corresponde à compilação de um conjunto de vinte palestras proferidas no *Royal College of Chemistry* de Londres, Inglaterra, ao longo de quinze anos de trabalho, nos próprios termos de Hofmann na dedicatória ao médico da Coroa Britânica James Clarck (1788-1870), voltados ao ensino de química naquela instituição. O trabalho empírico, então, compreende selecionar, no original, as páginas que contém formas representativas que podem ser atribuídas como signos representantes do corpo químico, verificando-se também, no texto, como, e se, o autor descreve, indica, e faz referência a esses signos.

Entendemos que o trabalho de análise de um recorte histórico ganha vigor ao tomar como referencial a Semiótica, e isso pode ser reivindicado em termos dos signos próprios desse campo, que se tornaram elementos de uma heurística de busca pelo entendimento dos processos de transformação, e de como se dá a arrumação ou a desarrumação da ordem do corpo químico como matéria. Os mecanismos de produção de signos no percurso histórico da representação espacial ao serem analisados pelos fundamentos da semiótica,

e mais especificamente como será explicitado adiante no texto, possibilitam o entendimento da maneira como as teorias foram sendo incorporadas pela comunidade científica à práxis.<sup>16</sup>

## 2. O Referencial Semiótico e a Análise de Dados

A partir do referencial Peirciano, o agir dos signos é chamado semiose<sup>17,18</sup> e lida com interpretação dos atos de comunicação percebidos, e das unidades comunicacionais chamadas signo. Exemplos de signo são: o texto de livro didático, sinal de trânsito, fotografia, gesto, um modelo de química. A multiplicidade de possibilidades de instanciação da função sígnica faz com que seja necessário, no referencial Peirciano, delimitar o signo para determinado contexto de estudo, tal e qual unidade de análise em processos qualitativos.<sup>19</sup>

Consideramos nossos objetos signos da prática da química, como elementos do campo de conhecimento àquela época, ou seja, elementos da cultura e da história desse campo. A cultura, aqui entendida como quantidade ampla e mutável de práticas, costumes, textos, expressões individuais e sociais, hábitos etc. Tanto quanto a dimensão científica, os campos culturais no seio da história tendem a encontrar consistência, verificar e controlar sua dispersão, e finalmente constituir a própria estrutura.<sup>20</sup>

Analizamos, como ponto de partida, o conteúdo pictórico das sessões 04 e 05 do livro de Hofmann *“Introduction to Modern Chemistry – Experimental and Theoretic”* de 1865.<sup>21</sup> Utilizaremos também na análise comparações com outras lectures de Hofmann, como triangulações para com o material original. Por esse caminho, compararemos os signos produzidos por Hoffmann, em primeiridade expressos como quadrados, com outros quadrados, utilizados por John Frederic Daniell (1790-1845) no livro *An Introduction to the Study of Chemical Philosophy*,<sup>22</sup> publicado em 1839, e assim tentar compreender as questões semióticas envolvidas em tais formas de uso. Essa forma de análise procura eliminar cortes reducionistas, e parte de uma leitura abrangente do objeto como algo situado culturalmente, e em seguida localiza os argumentos postos ao lado das representações, para cada sujeito dessa

prática. As perguntas de partida que guiam o plano metodológico voltam-se para o processo de interpretação ao procurar responder: quais poderiam ser as pretensões representativas de Hoffmann, como eram utilizadas, se transcendem de alguma forma àquelas produzidas por Daniell, e como agem semioticamente no âmbito das discussões acerca da representação do espaço na química da segunda metade do século XIX.

Como afirmamos anteriormente, nosso plano metodológico abraça teoricamente a tese peirciana de representação, e uma severa justificativa para essa escolha reside no reconhecimento de que a teoria de representação de Peirce é uma das mais exaustivas já criadas. O objeto de uma representação pode ser qualquer coisa existente, perceptível, apenas imaginável, ou mesmo não suscetível de ser imaginada.<sup>14</sup> De fato, para Peirce, o signo (*s*) é aquilo que representa um objeto (*o*) para um interpretante (*i*), através da relação triádica { *o – s – i* }, na qual o signo é um elemento de mediação entre o objeto e seu interpretante. A ampla diversidade morfológica de processos semióticos empiricamente observados é geralmente reduzida a três classes, com base na relação *s – o*, a saber: ícone, índice e símbolo. Mas há um número de fenômenos semióticos que correspondem a classes “intermediárias” de signos.<sup>23</sup> Peirce desenvolveu um sistema de dez (10) classes de signos, considerado bastante eficiente, e “adequado à maior parte dos objetivos analíticos”<sup>24</sup>. No presente trabalho será utilizado

como referência esse sistema de classificação, conforme representado na Figura 1. Perceba que em cada coluna referente às tricotomias existem dez possibilidades de ocorrência, em cada uma delas.

A partir da Figura 1, ao seguir as trilhas de valores numéricos iguais, encontram-se as dez classes, a saber: (1) qualisigno icônico remático; (2) sinsigno icônico remático; (3) sinsigno indicial remático; (4) sinsigno indicial dicente; (5) legisigno icônico remático; (6) legisigno indicial remático; (7) legisigno indicial dicente; (8) legisigno simbólico remático; (9) legisigno simbólico dicente; (10) legisigno simbólico argumentativo. De acordo com as dez classes, um signo é fundamentado em alguma propriedade, evento ou padrão regular (1ª tricotomia), em virtude do qual representa alguma qualidade, ocorrência ou lei (2ª tricotomia), para um terceiro elemento uma interpretação de possibilidade, conexão física ou tendência baseada em regras (3ª tricotomia).<sup>23, 26</sup>

O trabalho empírico em nosso projeto se configura como uma leitura dessas variantes, ao desdobrarmos as interpretações de cada signo tomado como objeto de estudo (representações – os signos – nos textos estudados e seus correlatos textuais) nos planos da primeiridade (qualidade), secundidade (existente), e terceiridade (lei, regra ou condição arbitrária). Em seguida procuramos estudar as situações dessas ocorrências, os signos em estudo: em relação a si mesmo, ou seja, o que ele é (1ª tricotomia), sua relação para com o objeto que representa (2ª tricotomia), e sua relação para com o interpretante (3ª tricotomia).

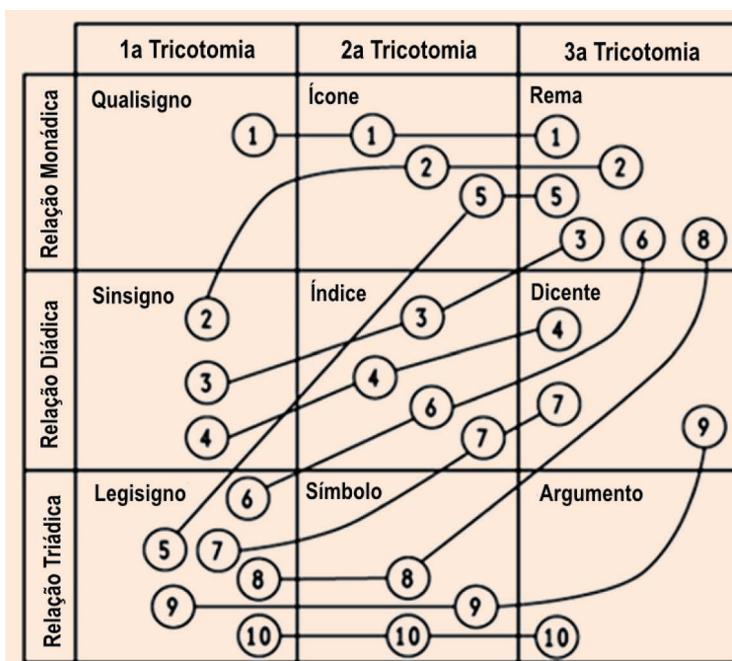


Figura 1. As dez classes de signos propostas por Peirce<sup>25</sup>

### 3. Análise Histórico-Semiótica

A segunda metade do século XIX é marcada por tensões e transformações na química orgânica que envolvem o crescimento das pesquisas no campo da síntese. A Síntese Orgânica se torna aliada na nova relação entre química e indústria, e colaboradora no investimento teórico em argumentos a favor de uma Teoria Estrutural. Esse momento é atribuído por alguns autores da literatura como a inauguração da “Química Orgânica Clássica”, e tem como marco temporal o ano de 1865.<sup>27</sup> Nesse ano, por exemplo, August Kekulé (1829-1896) expande suas noções de estrutura para os compostos aromáticos, e no dia 7 de Abril, um pouco antes de deixar Londres para retornar à Berlim, Hofmann faz a apresentação de seus modelos em madeira e metal, num “*Friday Evening Discourse*” na Royal Institution.<sup>28</sup>

Na Figura 2 vemos um exemplo do modelo físico de representação criado especialmente para esse evento, as chamadas *Croquet Balls*, nas quais os átomos eram pequenas e coloridas esferas de madeira, e para as unidades de atração entre eles (ligações químicas) foram usadas varas de metal.<sup>29</sup> Amplamente debatido na literatura, e como afirma Giordan,<sup>30</sup> este é um construto teórico resultante da unificação do conhecimento químico teórico e experimental. Essa apresentação foi, sem dúvida, muito influente. O padrão de cores usados em modelos moleculares atualmente, e que é recomendado pela IUPAC, ainda é o mesmo que foi usado por Hofmann naquele dia.

Há autores da história e da filosofia da química que consideram esse modelo uma espécie de “virada semiótica” sobre as formas representativas anteriores.<sup>31</sup> Mas Hofmann não começou tamanho

engenho semiótico diretamente com essa forma representativa. Podemos nos perguntar, se havia formas anteriores, como poderiam ter colaborado para o que aconteceu em 7 de abril de 1865? Ao percorrermos e criarmos certos caminhos históricos, percebemos que antes de usar bolas e varetas como ferramentas semióticas para sua produção discursiva, Hofmann usou quadrados e cubos, os quais ele chamou por vezes de *Type-moulds* (moldes-tipo, tradução nossa). Consideramos que o nome escolhido por Hofmann opera como legisigno-icônico-remático para os interpretantes a que se destinam, ao tomarmos como objeto, em sentido peirciano, as fórmulas usadas na Teoria dos Tipos.

Mas o uso de quadrados em representações na química não foi prioridade de Hofmann, como também não foram as bolas de croquet. Tais signos pertencem a uma tradição científico-cultural britânica. Foi John Dalton (1766-1844) quem inaugurou o uso de esferas, tal e qual bolas de croquet, e o uso de quadrados como signos pictóricos para exprimir entes químicos. Dalton explica: “(...) (os quadrados) é a representação de quatro partículas de azoto (nitrogênio) com suas atmosferas elásticas, marcadas por raios emanando do átomo central sólido (...)”.<sup>32</sup> De outra forma, esse signo também foi usado por John Frederic Daniell em 1839,<sup>22</sup> conforme a Figura 3, na qual um volume de hidrogênio (100 polegadas cúbicas) combina com meio volume de oxigênio (50 polegadas cúbicas) para formar um volume de vapor (de água nesse caso) (100 polegadas cúbicas).

Daniell foi um equivalentista e anti-atomista, rejeitava a ideia de que se poderia representar átomos ou moléculas através de pictogramas ou símbolos. Assim, já percebemos o uso de quadrados

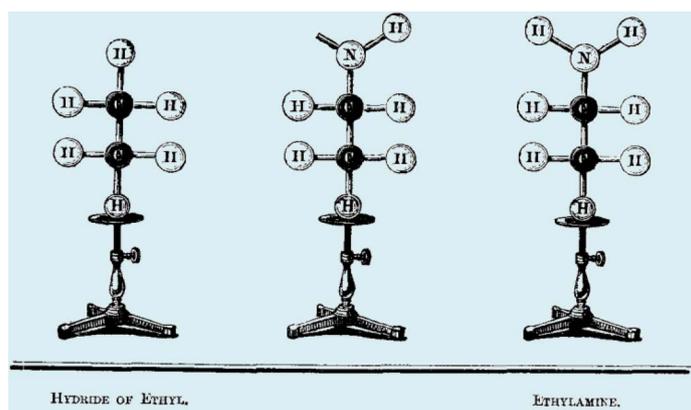


Figura 2. Representação física da formação de etilamina<sup>39</sup>

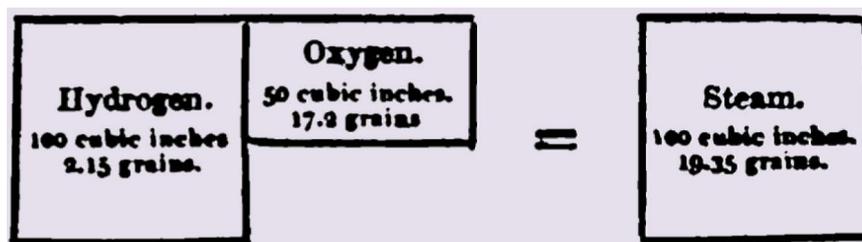


Figura 3. Quadrados utilizados por Daniell para representar variação de volume em uma transformação química<sup>33</sup>

como signo, para atomistas e equivalentistas. A Figura 3 representa a relação volumétrica na produção de vapor d'água, baseado em suas experiências. O texto que está acima da Figura 3 no original afirma: “as combinações dos corpos em volumes definidos podem ser claramente representadas por símbolos do seguinte tipo; em que o volume padrão é representado por um quadrado, e metade do volume por meio quadrado” (tradução nossa).<sup>33</sup>

Tem-se assim um panorama da situação ambígua que envolvia os processos de representação na Química durante o século XIX, e que suscita debate e argumentações até os dias de hoje. Se por um lado Dalton situa os quadrados em uma semiose intrinsecamente atomista, Daniell, por sua vez, usa o mesmo signo para representar uma quantidade de volume, alheio a qualquer hipótese sobre átomos. A forma de uso atribuída por Daniell aos seus quadrados pode ser considerada, em termos das categorias Peircianas, como um legisigno indicial remático. Essa classificação considera que o signo de Daniell é, em termos do seu fundamento (1ª Tricotomia), governado por uma regra, ou conjunto de regras e dispositivos legais, o quadrado como representação do volume e o nome da substância. Indicial, pois na relação com seu objeto (2ª Tricotomia) são usados dados numéricos desses volumes que pretendem conectar esse signo com a experiência, ou seja, são indicadores provenientes dos experimentos. E remáticos, pois suas manifestações (réplicas) despertam no interpretante uma imagem que tende a produzir um conceito geral, sobre as variações de volume em um processo de transformação químico.

Importante lembrar, como Peirce nos informa,<sup>34</sup> que há ingredientes indiciais e icônicos no símbolo, ao sabor das diferentes maneiras de veicular informação. Por isso, nossas propostas de análise a partir do sistema categorial de Peirce considera a interpretação do material

bibliográfico exclusivamente, que pode oferecer limitações, e deve ser tomada como uma oportunidade de debate sobre a pluralidade de formas nesse momento histórico de efervescência representativa.

Por isso, nossa admissão sobre o legisigno indicial de Daniell baseia-se nos valores numéricos de volume, como dados experimentais, no signo. Uma semiose que destaca a indicação desse valor. Não obstante, os signos, que apontados por Daniell em seu texto como símbolos, também procuram ser interpretados como argumentos, mas ao nosso ver encontram restrições para isso, inclusive previstas no *Syllabus* das dez categorias de Peirce. Um signo indicial na relação com seu objeto não pode agir como argumento de maneira genuína na relação com o interpretante. Conforme apontado por Peirce, somente legisignos simbólicos podem agir genuinamente como argumentos. Ao criar uma forma de uso que estabelece uma condição indicativa no signo, em termos da segunda tricotomia, tal como os valores numéricos de volume no interior dos quadrados, Daniell degenera aspectos da terceiridade para o interpretante. Apesar de procurar a direção do argumento, oferece uma conexão causal com o objeto, uma díade com o experimento.<sup>35</sup>

Vamos agora tentar inferir, por meio de suas formas de uso, a semiose manifestada pelos quadrados de Hofmann. Na Figura 4 (p. 67 do original<sup>21</sup>) temos a primeira representação dessa natureza, apresentada por August Hofmann, na obra de partida em nossa investigação. Ela ocorre na sessão 04, e possui como título “símbolos químicos” (*Chemical Symbols* no original), da qual destacamos a Figura 4. Alguns itens apresentados no sumário dessa sessão permitem depreender os objetivos: “discutir sua natureza e valor, além de refletir sobre a natureza da informação transmitida (*conveyed*, no original) por esses símbolos diagramáticos (*diagrammatic symbols*, no original)”.<sup>21,36</sup>

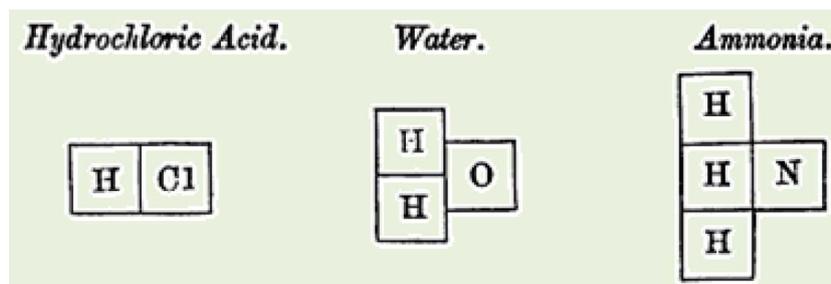


Figura 4. Representações de ácido clorídrico, água e amônia (p. 67 do original)<sup>21</sup>

As unidades composicionais da Figura 4 são chamadas de “quadrados simbólicos” (*symbolic squares* no original). Temos uma para o ácido clorídrico com dois quadrados conjugados por uma das laterais, e inscrições H num e Cl noutro, com uma indicação, externa à unidade, “*Hydrochloric Acid*” (Ácido Clorídrico). Já a segunda é estruturada por três quadrados, dois unidos um acima do outro (cada um com a inscrição H) e o terceiro ligando-se aos outros à meia altura, constando a inscrição “O”, que possui a indicação externa “*Water*” (água). E a última, com a indicação externa “*Ammonia*” (amônia) possui quatro quadrados, três alinhados e unidos verticalmente com inscrição H, e o quarto une-se aos três primeiros pela lateral do intermediário com a inscrição “N”.

Apesar de parecer simples diferença diagramática, os quadrados de Hofmann são mais elaborados na sua relação com o interpretante do que aqueles produzidos por Daniell. Hofmann também caracteriza os signos como “*representações do peso e das razões volumétricas*” (p. 72 do original<sup>21</sup>). Todavia, ao colocar no interior desses quadrados apenas as representações simbólicas de elementos ou grupos de elementos, respectivamente designados “átomos elementares” e “átomos compostos”, segundo Teoria dos Tipos à época, Hofmann pretende estabelecer, ao nosso ver, uma relação simbólica com o objeto da representação (2ª tricotomia), e constitui um legisigno simbólico. Além disso, a noção de estrutura, nessas formas de representação pode ser destacada também no seguinte trecho: “(tais fórmulas) não são meramente interessantes em si mesmas, mas adquirem um significado ainda mais profundo quando se descobre que **são tipos ou modelos**, representando o maior número de grupos de compostos, cada um deles moldado, por assim dizer, no mesmo molde **e governado pela mesma lei estrutural**, como seu protótipo genérico” (grifos nossos, p. 72 do original<sup>21</sup>).

Constatamos que os três signos da Figura 4 são uma construção que Hofmann oferece pela primeira vez em uma apresentação de 1862.<sup>37</sup> Nela, Hofmann estabelece as bases da representação dos quadrados em relação à Teoria dos Tipos, e caracteriza os objetos aos quais esses signos representam: “O primeiro dos nossos tipos de moldes, então, carregado com **um átomo (um volume)** de hidrogênio, associado a outro átomo (um volume) de hidrogênio, representa a molécula de hidrogênio.” (grifo nosso, p. 473 do original<sup>37</sup>). Os “moldes” aos quais Hofmann se refere são artefatos materiais, físicos, que ele constrói para as apresentações. Esses artefatos consignam a representação de volumes, mas também, no modo ambíguo típico da segunda metade do século XIX, dizem sobre a estrutura, ao serem usados para falar de substâncias líquidas à temperatura ambiente como: etanol, éter etílico e água.

Nossa análise semiótica leva em conta todos esses aspectos históricos documentais, e considera que os signos trabalhados por Hofmann são *legisignos* em termos da primeira tricotomia de Peirce. Ou seja, os quadrados de Hofmann são, em si mesmos, de natureza típica, configuram uma regra. Esse tipo de semiose é evidenciado nas apresentações, por sua referência explícita à Teoria dos Tipos, tanto quanto por meio do vínculo empírico que atribui ao volume. Se avançarmos para a segunda tricotomia, percebemos a função *simbólica* desses signos. Um símbolo é do tipo geral em si, na primeira tricotomia, e seu objeto pode ser apenas geral na segunda tricotomia. Mas os símbolos podem ser interpretados, na terceira tricotomia, como “qualidades” ou “eventos”. Isso quer dizer que um símbolo, que é geral, e representa seu objeto como uma classe de objetos, pode ser interpretado: (i) como uma possibilidade, sendo assim chamado de *rema*, uma hipótese; (ii) como um fato existente, sendo chamado de *dicente*, uma proposição; (iii) e como

uma lei, sendo chamado de *argumento*, uma regra declarativa.<sup>23</sup> Esse aspecto dicente dos quadrados de Hofmann decorrem de sua relação com os átomos, segundo o próprio Hofmann, e com os dados empíricos de volume.

Primeiramente, essa complexa semiose se destaca por meio do uso, pioneiro podemos dizer, de novos modos semióticos. Hofmann utiliza não somente signos em termos de uma representação pictórica gráfica, mas expande o potencial cognitivo dessa ferramenta ao encarnar os quadrados em um modo material, físico. A fisicalidade dos quadrados que Hofmann declara, representam o volume, e os átomos daqueles elementos nas respectivas moléculas, conforme trecho que destacamos a seguir, com relação à Figura 5: “Na água, como vocês sabem, nós temos **dois** átomos (*dois volumes*) de hidrogênio associados com **um** átomo (*um volume*) de oxigênio. Você é lembrado desse fato pelo nosso segundo tipo de molde, que representa a **molécula de água**.” (grifos do original<sup>37</sup>)

Os quadrados de Hofmann ganham um novo horizonte semiótico, uma nova semiose, ao serem materializados em peças de arame e zinco pintadas em diferentes cores. Ao criar essa fisicalidade, Hofmann exercita um aspecto *dicente*, que escapa, por completo, aos quadrados de Daniell. Para Peirce, um símbolo é um signo “cujo significado ou aptidão especial para representar exatamente o que representa não passa de nada além do fato de haver um hábito, disposição ou outra regra geral eficaz que será interpretada assim”.<sup>38</sup> Um símbolo dicente é um signo interpretado como conectado ao seu objeto, mas sua relação com ele depende de uma lei, regra ou hábito adquirido.

Os signos de Hofmann propõem, em boa medida, uma organização do corpo molecular em função da ordem epistemologicamente derivada da Teoria dos Tipos. Ele cria um novo panorama para o conhecimento químico, que ao ser utilizado dessa forma, produz sentidos implícitos

sobre estrutura como uma organização espacial bidimensional dos componentes de uma molécula. Como outro exemplo dos quadrados de Hofmann numa forma exordial de representação do espaço, destacamos o trecho a seguir, no qual se manifesta novamente essa função semiótica ambivalente dos quadrados: “(...) mas nossos moldes-tipo recebem átomos *compostos* com a mesma facilidade. Deixe-me tomar como ilustração o átomo composto etil, consistindo de dois átomos de carbono e cinco de hidrogênio ( $C_2H_5 = E$ ), que é familiar aos membros da Royal Institution”. Aqui Hofmann prepara a audiência e esclarece os códigos simbólicos de sua representação, como no exemplo da figura Figura 6, no qual ele explicita sua relação dos quadrados como átomos e as formas composicionais dele como moléculas. Destacamos outro trecho: “Desloque, finalmente, um, dois ou três átomos-hidrogênio na amônia, por um, dois ou três átomos-etil, e você dará origem à formação das moléculas das três amônias etiladas, mais conhecidas como etilamina, dietilamina e trietilamina”<sup>37</sup>.

Em suas lectures ele declara aos presentes, por meio do câmbio de diferentes quadrados relativos a átomos de elementos diferentes, como essa regra se relaciona à criação de diferentes corpos (*bodies* no original<sup>37</sup>). Hofmann propõe a troca dos quadrados nos moldes porque assim deve ocorrer com os corpos químicos. Essa indicação nos coloca diante do caráter dicente e proposicional dos signos de Hofmann.

Em referência ao sistema de dez classes de Peirce, consideramos que os quadrados de Hofmann são legisignos simbólicos dicentes. Um legisigno em seu fundamento (1ª tricotomia), como um tipo geral, uma classe que reúne os átomos de um tipo, mas ao mesmo tempo uma quantidade em volume. Simbólico na segunda tricotomia, pois cumpre sentido amplo de associação de idéias na relação com o objeto, e é a partir de pelo menos duas classes ideais

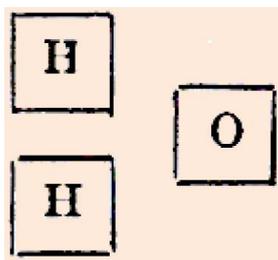
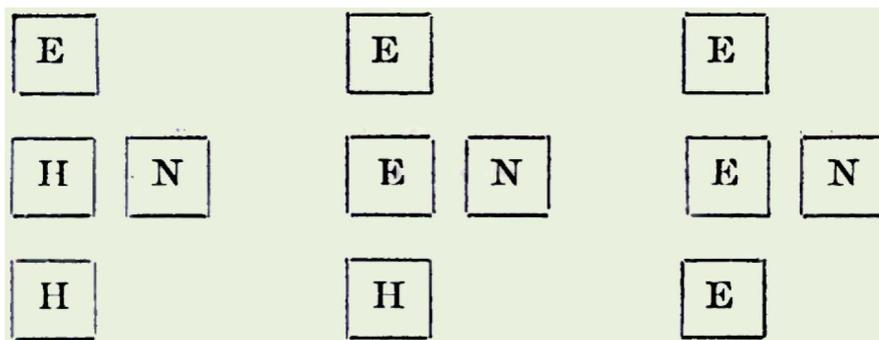


Figura 5. Representação da molécula da água (p. 473<sup>37</sup>)



**Figura 6.** Representações das moléculas de etilamina, dietilamina e trietilamina (p. 474<sup>37</sup>)

gerais que esse exercício simbólico opera: (i) é quadrado que representa quantidade em volume, e (ii) é quadrado que representa átomos em uma estrutura. E dicente na terceira tricotomia, como uma proposição.

Essa proposição que o símbolo dicente de Hofmann veicula é relativa a um fato concreto, e ele estabelece essa significação na mediação em suas lectures. Os signos de Hofmann que analisamos aqui são necessariamente significados em relação à experiência colateral criada em suas lectures. No contexto criado por essas apresentações, os signos de Hofmann são afetados por seu objeto, uma secundidade na terceira tricotomia, na relação das caixas e quadrados moldes como réplicas de quantidades em volume, mas também, como apontamos em nossos exemplos anteriores, cumprem o papel de átomos em uma estrutura típica, e com respeito àquilo que significa, como nos informa Peirce, faz surgir no interpretante uma lei efetivamente relacionada com o objeto indicado <sup>40</sup>.

Essa relação, manifestada em 1862, é retomada em 7 de Abril de 1865 na emblemática lecture “On the Combining Power of Atoms” <sup>39</sup> (Sobre o Poder de Combinação dos Átomos), quando foram apresentadas as bolas de croquet. Ali Hofmann também indica sua vontade de fornecer uma ideia sobre a estrutura das quatro moléculas tipo: hidrogênio (a partir do ácido clorídrico), água, amônia e metano. Antes de apresentar os moldes-tipo e seus quadrados, adverte: “eu devo ser permitido de tomar emprestado uma folha do livro do Mago do Norte <sup>41</sup>, e me valer de um simples artifício mecânico criado para esse fim”. Em seguida, ele apresenta quatro moldes-tipo, caixas de latão, representando volumes dos gases. Dessas caixas, novas caixas são apresentadas, com “as quantidades dos outros elementos presentes nos quatro compostos em exame”.

Os quadrados, especificamente são destacados, com a seguinte indicação: “As informações transmitidas mecanicamente (*mechanically conveyed*) a nós por nossas caixas de latão estão encarnadas (*embodied*) nos diagramas a seguir, que são, além disso, representados para ampliar nossas visões, com respeito às capacidades de combinação dos elementos cloro, oxigênio, nitrogênio e carbono” (grifos nossos, p. 418 <sup>39</sup>). Os quadrados de 1862 reaparecem em 1865 dizendo sobre capacidade de combinação em volume. Nossos grifos destacam a função dicente dos quadrados, signos como carne de uma artimanha concreta, símbolo dicente entregue mecanicamente ao interpretante, e que rejeita qualquer tipo abstração (na referência ao Mago do Norte). Em seguida, na lecture de 1865, Hofmann estabelece as proporções entre os átomos nas quatro moléculas, e por fim propõe e apresenta as representações das bolas de croquet, como bola e vareta.

Reconhecemos que novos debates são necessários, mas ainda assim, consideramos que mesmo ao apresentar seus modelos de bola e vareta, Hofmann nos informa sobre o papel dos quadrados em seu processo de representar a estrutura do corpo químico. Essas representações tiveram uma função semiótica importante para a representação do espaço, evidentemente mergulhadas na ambiguidade característica daquele momento histórico e cultural, e emergente em um campo que procura seu caminho junto à comunidade científica da segunda metade do século XIX.

#### 4. Considerações Finais

No presente artigo apresentamos um estudo semiótico sobre as representações pictóricas usadas por August von Hofmann em suas lectures no Royal College, na Grã-Bretanha. Esses signos,

em primeiridade percebidos como quadrados, recebem nesse artigo, pela primeira vez, uma análise dessa natureza na literatura. Defendemos que com eles, Hofmann inicia uma aproximação importante dos processos representativos com a comunidade de químicos à época. Concluímos que essa aproximação é ambígua, como já apontado na literatura da área acerca desse momento histórico da química, mas diferente de outras que usaram o mesmo signo no século XIX. Essa ambiguidade identificada nos resultados, faz com que os quadrados de Hofmann, amplamente utilizados em suas lectures, e semioticamente diferentes daqueles usados por Daniell, transitem entre representações de quantidades em volume, e átomos em uma estrutura, ou arranjo, sob orientação epistemológica da Teoria dos Tipos.

Importante destacar que essa semiose está imersa no agir que Hofmann conduz em suas lectures. Eventos didáticos que expressavam sua convicção no uso de ferramentas materiais (modelos), como um elemento de auxílio ao entendimento dos conceitos químicos. Assim, Hofmann demonstrava a possibilidade de cambiar sinteticamente entre substâncias, prever sua estrutura, a partir do uso de tipos baseados em artefatos materiais.

Para empreender nossa análise utilizamos as dez classes de signos de Peirce, adotadas com referência a diferentes autores na literatura.<sup>23,26</sup> Em nossa metodologia três questões orientaram a compreensão da semiose: (i) qual a relação do Signo consigo mesmo?" (1ª tricotomia); (ii) qual a relação entre o Signo e seu Objeto?" (2ª tricotomia); (iii) qual a relação entre o Signo e seu Objeto para seu Interpretante?" (3ª tricotomia).

Quando triangulamos o material empírico de nossa análise, com outros dois textos, também provenientes de lectures no Royal College<sup>37,39</sup>, e com formas típicas semelhantes às de Hofmann usadas anteriormente por John Daniell,<sup>36</sup> verificamos uma semiose complexa tendo em vista as formas de uso que o químico alemão imprimiu nesses eventos didáticos. Propomos que os signos de Daniell agem como *legisignos-indiciais-remáticos*, ao passo que a semiose dos signos de Hofmann, expande-se para modos indexicais, nos permitindo propor que agem como *legisignos-simbólicos-dicentes*.

Essa semiose dicente, propositiva da ordem do corpo químico, de como ele se organiza, recebe também influência dos pressupostos epistemológicos aos quais esses dois químicos

estão comprometidos. Daniell é um equivalentista, e Hofmann usa em suas pesquisas e ensina a Teoria dos Tipos de Charles Gerhardt (1816-1856). O químico alemão está comprometido com átomos, tanto quanto é possível ler vivamente em suas palavras, todavia é necessário empenhar novas pesquisas e estudar ainda mais essa relação entre estatutos epistemológicos e os correlatos fenomenológicos que agem no campo da química na segunda metade do século XIX.

Ao final, esperamos ter proporcionado ao leitor um material de referência para a compreensão do valor dos processos de representação na construção do conhecimento químico nesse período. Em específico, sobre o tema de trabalho desta investigação, oferecemos um novo debate ao que é informado sobre Hofmann na literatura.<sup>42,43</sup> Principalmente referenciado como o primeiro a usar modelos materiais, propomos ao nosso leitor um August Wilhelm von Hofmann que manifesta em suas representações uma complexidade semiótica típica do século XIX, e que percebeu no quadrado uma forma exordial produtiva, antes mesmo de começar a construir átomos como esferas.

#### Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Francoeur, E. Beyond dematerialization and inscription: Does the materiality of molecular models really matter?. *HYLE: International Journal for Philosophy of Chemistry* **2000**, 6, 63. [\[Link\]](#)
- <sup>2</sup> Ramsay, O. B.; *Van't Hoff – Le Bel Centennial*, American Chemical Society: Washington, 1975.
- <sup>3</sup> Meinel, C. Em *Models: the third dimension of science*; Chadarevian, S.; Hopwood, N., eds.; New York: Standford University Press, 2004, cap. 9.
- <sup>4</sup> Hacking, I. Representing and intervening. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- <sup>5</sup> Rupert, R. D. Representation and mental representation. *Philosophical Explorations* **2018**, 21, 2. [\[CrossRef\]](#)
- <sup>6</sup> Hargittai, I.; Hargittai, M.; *Symmetry through the eyes of a chemist*. Plenum: New York, 1995.
- <sup>7</sup> Ramberg, P.; *Chemical Structure, spatial arrangement: the early history of stereochemistry, 1874-1914*. Ashgate: Burlington, 2003.
- <sup>8</sup> Traynham, J. G.; *Essays on the history of organic chemistry*. Louisiana State University Press: London, 1987.
- <sup>9</sup> Rocke, A. J.; *The quiet revolution: Hermann Kolbe and the Science of organic chemistry*. University of California Press: Los Angeles, 1993.

- <sup>10</sup> Nye, M. J.; From chemical philosophy to theoretical chemistry: dynamics of matter and dynamics of disciplines 1800-1950. University of California Press: Berkley, 1993.
- <sup>11</sup> Klein, U.; Tools and modes of representation in the laboratory sciences. Dordrecht: Kluwer, 2001.
- <sup>12</sup> Meinel, C. August Wilhelm Hofmann: reigning chemist-in-chief. *Angewandte Chemie International Edition in English* **1992**, *31*, 10. [CrossRef]
- <sup>13</sup> Vogli, U.; *Manual de semiótica*. Loyola: São Paulo, 2007.
- <sup>14</sup> Santaella, L.; Nöth, W. *Imagem: cognição, semiótica, mídia*. Iluminuras: São Paulo, 2012.
- <sup>15</sup> Thellefsen, T.; Sorensen, B. Charles Sanders Peirce in his own words. De Gruyter: Boston, 2014. [Link]
- <sup>16</sup> Araujo Neto, W. N.; *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 2009. [Link]
- <sup>17</sup> Sebeok, T.; *Signs: an introduction to semiotics*. University of Toronto Press: Toronto, 2001.
- <sup>18</sup> Semetsky, I. Peirce's semiotics, subdoxastic aboutness, and the paradox of inquiry. *Educational Philosophy and Theory* **2005**, *1*, 6. [CrossRef]
- <sup>19</sup> Aspers, P.; Corte, U. What is qualitative in qualitative research. *Qualitative Sociology* **2019**, *42*, 2. [CrossRef]
- <sup>20</sup> Tamm, M.; *Juri Lotman – culture, memory and history: essays in cultural semiotics*. Palgrave Macmillan: Cham, 2019.
- <sup>21</sup> Hofmann, A. W.; *Introduction to Modern Chemistry: Experimental and Theoretic*; Embodying Twelve Lectures Delivered in the Royal College of Chemistry, Walton and Maberly: Londres, 1865b.
- <sup>22</sup> Daniell, J. F.; *An Introduction to the Study of Chemical Philosophy*, John W. Parker: Londres, 1839.
- <sup>23</sup> Queiroz, J. Dicent Symbols in non-human semiotic processes. *Biosemiotics*, **2012**, *5*, 319. [CrossRef]
- <sup>24</sup> Peirce desenvolveu também um sistema de sessenta e seis (66) classes de signos, veja: Kloesel, C.; Houser, N. (eds.) *The essential Peirce*. v. 1. Indiana University Press: Indianápolis, 1991.
- <sup>25</sup> Adaptado pelos autores de: Merrell, F. *Signs grow: Semiosis and life processes*. University of Toronto Press: Toronto, 1996.
- <sup>26</sup> Farias, P.; Queiroz, J. On diagrams for Peirce's 10, 28, and 66 classes of signs. *Semiotica* **2003**, *147*, 165. [CrossRef]
- <sup>27</sup> Rocke, A. J. Kolbe versus the transcendental chemists: the emergence of classical organic chemistry. *Ambix* **1987**, *34*, 3. [Crossref]
- <sup>28</sup> Rocke, A. J. *Image and Reality: Kekulé, Kopp, and the Scientific Imagination*. University of Chicago Press: New York, 2010.
- <sup>29</sup> Cooke, H. A historical study of structures for communication of organic chemistry information prior to 1950. *Organic & Biomolecular Chemistry* **2004**, *2*, 3179. [CrossRef]
- <sup>30</sup> Giordan, M. Introdução à representação estrutural em química. *Química Nova* **2007**, *7*, 3. [Link]
- <sup>31</sup> Ramberg, P. J.; *Chemical structure, spatial arrangement*. Ashgate: Hampshire, 2003.
- <sup>32</sup> Tradução nossa. Veja a página 548 de: Dalton, J. *A New System of Chemical Philosophy*. (part. 2) London: R. Bickerstaff, 1810. E os desenhos na lâmina 7.
- <sup>33</sup> Retirado da página 287 da referência 22.
- <sup>34</sup> Peirce, C. S. *Collected Papers*, v. 2, n. 261, 1903. (CP 2.261).
- <sup>35</sup> Kruse, F. E. Genuineness and degeneracy in Peirce's categories. *Trasactions of Charles S. Peirce Society* **1991**, *27*, 3. [Link]
- <sup>36</sup> A palavra 'símbolo' nesses trechos não é, obviamente, usada em termos da semiótica de Peirce, mas colabora para a ambiguidade que existe nas formas representativas do século XIX.
- <sup>37</sup> Hofmann, A. W. On Mauve and Magenta. *Proceedings of The Royal Institution of Great Britain*, **1862**, *3*, 468.
- <sup>38</sup> Excerto retirado de: Noth, W. Em: Romanini, V.; Fernández, E. (eds.), *Peirce and Biosemiotics*, Springer: New York, 2014, p. 174.
- <sup>39</sup> Hofmann, A. W. Em: *Physical Sciences – Vol. 1*. Bragg, S. L.; Porter, G., eds.; Applied science publishers Ltd.: Londres, 1865a, 539.
- <sup>40</sup> Peirce, C. S. *Collected Papers*, v. 2, n. 262, 1903. (CP 2.262).
- <sup>41</sup> Como era conhecido o filósofo alemão Johann Georg Hamann (1730-1788), opositor de Kant, e que influenciou, entre outros, Herder e Goethe, além de liderança no movimento *Sturm und Drang*. Hamann criticou a aceitação da razão pura e colocou-a em contexto com as forças sociais e culturais.
- <sup>42</sup> Ihde, A.; *The development of modern chemistry*, Dover: New York, 1984.
- <sup>43</sup> Travis, A. S. August Wilhelm Hofmann (1818–1892). *Endeavour*, **1992**, *16*, 59. [Crossref]