

# AUSÊNCIA DE AMOSTRAS DE EKA-ELEMENTOS: POR UMA TEORIA HÍBRIDA DA REFERÊNCIA DOS TERMOS DE ESPÉCIES QUÍMICAS

ABSENCE OF EKA-ELEMENT SAMPLES:  
TOWARDS A HYBRID THEORY OF REFERENCE FOR CHEMICAL KIND TERMS

FELIPE MARTINI

Universidade Federal de Santa Catarina, BRASIL  
martini.felipe@protonmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-5526-4554>

**Abstract.** In this article, I argue for a hybrid theory of reference of chemical kind terms as a desideratum for making sense of our complex relationship with chemical kinds that emerges from the analysis of real scientific practices. The work flow is as follows. I introduce the subject by presenting the virtues and problems of causal and descriptivist theories. I then present Putnam's division of linguistic labor as an example of a satisfactory causal explanation of reference borrowing. Next, I offer a personal account of the paradigmatic case of grounding of natural kind terms by experts through the example of a chemistry apprentice. Finally, I consider the problem of the absence of samples by analyzing an episode in the history of science involving chemical kinds terms. These were introduced by Mendeleev to name chemical elements theoretically predicted by him with the help of the periodic law. It is widely accepted that these elements were later isolated and characterized experimentally by other natural scientists. My conclusion is that if we proceed from our pre-theoretical judgments that the terms for eka-elements and the terms for the later discovered elements are co-referential, then the only possible way to make sense of Mendeleev's significantly correct predictions is to admit that at least a few chemical kind terms can be introduced descriptively without direct contact with samples.

**Keywords:** hybrid theory of reference • division of linguistic labor • grounding • chemical kinds • eka-elements

RECEIVED: 12/11/2023

REVISED: 20/04/2025

ACCEPTED: 16/07/2025

## 1. Introdução

De acordo com Kim Sterelny em seu artigo *Natural Kind Terms* (1983) e em seu livro *Language and Reality* (1999) em co-autoria com Michael Devitt, uma teoria dos termos de espécies naturais deve incluir dois componentes: a fundamentação [*grounding*] e o empréstimo da referência. O primeiro componente deve consistir em uma teoria da fixação da referência que explique como um termo é anexado ao



seu referente ou, em outras palavras, como as ocorrências de um termo estão ligadas diretamente ao seu referente sem mediação de outros falantes. Por sua vez, o segundo componente deve consistir em uma teoria do empréstimo da referência que explique a transmissão social de um termo por aqueles falantes sem contato direto com o referente.

Os dois grandes grupos de teorias que são candidatos para constar no nosso mural como o melhor tipo de teoria dos termos de espécies naturais são as teorias causais (ou da referência direta) e as teorias descritivistas.<sup>1</sup> As teorias causais enfatizam a nossa interação causal com o ambiente físico e aliviam a carga epistêmica dos falantes ao defenderem que nem sempre é necessário possuir crenças verdadeiras para se referir com sucesso a uma espécie natural, ao passo que, em geral, as teorias descritivistas enfatizam justamente o oposto, isto é, que há um aspecto epistemológico inegável na nossa relação com as espécies naturais, tanto na teorização quanto na experimentação. Mas não é de se estranhar que cada um desses dois grupos de teorias apele para intuições que poderiam convencer alguém que ainda não tenha se anexado dogmaticamente a uma posição e que, cada um a seu modo, possui a sua plausibilidade? Talvez isso seja um indício de que a alternativa correta para lidar com a nossa complexa relação com as espécies naturais é uma teoria híbrida para a referência desses termos, algo que nos dê o melhor dos dois mundos.

As teorias híbridas existem, embora sejam menos numerosas.<sup>2</sup> Mas, neste artigo, não pretendo defender nem desenvolver nenhuma dessas teorias híbridas em particular, tudo que quero fazer é mostrar, através da análise de um problema envolvendo termos de espécies químicas, que precisamos de uma teoria híbrida em todo caso. Para isso, quero seguir Devitt & Sterelny (1999) na defesa de que temos boas teorias causais sobre o empréstimo da referência e que os nossos problemas surgem na fundamentação dos termos de espécies naturais.

Dentre os diversos problemas identificados pelos autores com as teorias descritivistas, o problema da ignorância e erros é considerado catastrófico. O grande problema é que as teorias descritivistas “colocam uma carga epistêmica muito pesada sobre os falantes” (Devitt & Sterelny, 1999, 86). Isso é extremamente problemático pois aparentemente conseguimos nos referir com sucesso a muitas espécies naturais mesmo não possuindo (atualmente) crenças verdadeiras a respeito destas; e até mesmo usando, por vezes, descrições falsas. Toda a questão parece ser que nada me impede de nomear e me referir com sucesso a um objeto que ainda não conheço plenamente e, além disso, como parte constitutiva de investigações em andamento, nada me impede de possuir crenças equivocadas a respeito do objeto nomeado. Mas a mudança de crenças não implica necessariamente a mudança da referência.

O argumento da Terra Gêmea de Putnam (1975a) sugere claramente a insuficiência do descritivismo em descrever adequadamente a situação antes que as estruturas ocultas da água da Terra e da água da Terra Gêmea tivessem sido descobertas, res-

pectivamente, pelos químicos terráqueos e terráqueos-gêmeos. Como é amplamente conhecido, de acordo com o experimento mental da Terra Gêmea, o termo ‘água’ se aplica a  $H_2O$  na Terra e a XYZ na Terra Gêmea, não obstante essas substâncias sejam indistinguíveis em sua aparência macroscópica, pelo menos numa primeira aproximação, isto é, para observações cotidianas. No entanto, como os falantes de ambos os planetas ainda são ignorantes em relação às estruturas ocultas, eles ainda não possuem crenças verdadeiras a respeito delas e são, portanto, incapazes de descrever a diferença entre as substâncias caso sejam apresentados a amostras da substância gêmea. Mas isso não impede que eles consigam se referir com sucesso a substâncias diferentes através da ostensão, isto é, apontando para a substância que está ao seu redor em cada caso. Isso mostra que o descritivismo falha pois exige que os falantes tenham mais crenças verdadeiras do que eles realmente possuem para se referir com sucesso a uma espécie natural.

Isso mostra o ponto sobre a ignorância, mas o experimento mental pode ser ligeiramente modificado para mostrar o ponto relativo aos erros. Suponha que, embora ‘água’ se aplique realmente a  $H_2O$  na Terra e XYZ na Terra Gêmea, como na versão original, os químicos terráqueos-gêmeos tenham cometido algum engano em seus cálculos ou experimentos, ou algo estava errado em suas teorias, e tenham determinado que a estrutura oculta da água da Terra Gêmea é  $X_2Y_4Z$ , ou talvez eles apenas associaram equivocadamente um certo poder causal  $P1$  à água da Terra Gêmea, mas esses equívocos viriam a ser descobertos apenas futuramente.<sup>3</sup> Agora suponha que você está conversando com um químico terráqueo-gêmeo e ele está segurando alguns tubos de ensaio com amostras de água da Terra Gêmea antes que a verdadeira estrutura oculta tenha sido descoberta. Quando o químico usa o termo ‘água’, ele está se referindo com sucesso àquela substância em particular dentro dos tubos de ensaio, muito embora ele possua uma descrição incorreta — ou parcialmente incorreta — da estrutura oculta e pelo menos uma crença equivocada a respeito dos poderes causais daquela substância. Mas o fato de que ele pode refazer os experimentos com algumas daquelas amostras, determinar a estrutura oculta correta e corrigir as suas crenças a respeito dos poderes causais da substância é revelador de que o termo não é sinônimo de alguma descrição particular. Assim, a teoria causal consegue lidar melhor com o fato de que as nossas investigações racionais cotidianas e científicas estão em andamento: que somos ignorantes em relação a muitas coisas e que podemos estar errados sobre muitas coisas, mesmo sobre o que é atualmente considerado “o caso mais certo”.

Mencionarei dois casos reais para tentar convencer os mais céticos — acerca da metodologia dos experimentos mentais — do ponto do parágrafo anterior: o caso da fórmula molecular da água e o caso da estrutura do DNA. Porém, não farei uma análise muito aprofundada dos dois casos, eles servirão apenas como casos motivadores. O caso da água é interessante porque foi a espécie natural escolhida por Putnam para

ser o protagonista do seu experimento mental, além de ser uma das substâncias mais familiares em nosso cotidiano.  $H_2O$  foi a fórmula que ficou, mas o consenso geral sobre a fórmula da água foi alcançado apenas na década de 1860. Antes disso, havia um grupo de cientistas (Dalton, Gmelin, Liebig, Thomson e Wollaston) defendendo a fórmula  $HO$  e outro grupo (Gerhardt e Laurent) defendendo  $H_4O_2$ , enquanto Dumas e Berzelius defendiam  $H_2O$ . Esses diversos grupos de cientistas parecem concordar sobre a natureza composta da água — de que água é composta de hidrogênio e oxigênio — e se referem à mesma substância, não obstante defendam fórmulas diferentes para a estrutura oculta da espécie.<sup>4</sup> Por sua vez, a maneira de falar de Watson e Crick ao proporem um novo modelo de dupla hélice para a estrutura do DNA também sugere que eles estavam se referindo à mesma substância para a qual Pauling e Corey haviam proposto um modelo de tripla hélice:

Nós queremos sugerir uma estrutura para o sal do ácido desoxirribonucleico (DNA). [...] Uma estrutura para o ácido nucleico já foi proposta por Pauling e Corey. O modelo deles consiste em três cadeias entrelaçadas, com os fosfatos perto do eixo da fibra e as bases do lado de fora. Em nossa opinião, essa estrutura é insatisfatória por duas razões: (1) Nós acreditamos que o *material que fornece os diagramas de raio-X* é o sal, não o ácido livre. [...] (Watson & Crick, 1953, 737, tradução livre e ênfase minha)

Na próxima seção, mostrarei esse ponto sobre a ignorância e erros de forma mais contundente através da divisão do trabalho linguístico proposta por Putnam.

Por ora, basta notar que, embora a virtude das teorias causais seja aliviar a carga epistêmica dos falantes, alguém pode reclamar que elas aliviam demais e corremos o risco de perder o vínculo com a epistemologia. Acho que essa reclamação tem a sua razão de ser. Embora não seja necessário que todas as minhas crenças sejam verdadeiras para que eu consiga me referir com sucesso a uma espécie natural, isso não quer dizer que geralmente eu não possua nenhuma crença verdadeira, nem que eu não pretenda possuí-las. Acredito que a teorização tem um papel importante nas nossas práticas científicas, de modo que será necessário atribuir um papel às descrições se quisermos dar sentido às nossas práticas efetivas. Quer dizer, alguém poderia reivindicar que sempre que usamos um termo há pelo menos alguma descrição implícita, nem que seja uma que apenas diz que entendemos um termo como um “termo de espécie natural”. Sobre o exemplo do DNA citado há pouco, alguém poderia muito bem defender que Watson e Crick estão atribuindo a descrição “ser um sal” ao DNA, ao contrário de Pauling e Corey.

Além disso, os problemas com as teorias causais surgem na fundamentação dos termos de espécies naturais e, como veremos ao final deste artigo, será necessário dar um papel a descrições não causais se quisermos dar sentido à introdução de termos que ocorreram sem o contato direto com amostras. Toda a questão é que, embora

possamos aliviar a carga epistêmica dos falantes com uma teoria puramente causal do empréstimo da referência, eventualmente alguém precisa ter crenças verdadeiras para fundamentar confiavelmente os nossos termos de espécies naturais. Portanto, admitir um hibridismo descritivo-causal da fundamentação significa não aliviar tanto a carga epistêmica a ponto de que todo o conhecimento seja dispensável.

## 2. A divisão do trabalho linguístico

Creio que a apresentação do relato de Putnam servirá para exemplificar a afirmação de que temos boas teorias causais sobre o empréstimo da referência. Putnam (1975a) notou muito perspicazmente que há uma cooperação linguística entre falantes comuns e especialistas estruturada de modo que podemos afirmar que há uma interdependência entre as linguagens natural e científica. Ele defendeu que a divisão do trabalho mundano dá origem a uma divisão do trabalho linguístico. Para usar o seu exemplo, assim como há especialistas em identificar ouro e pessoas que apenas usam anéis de ouro, no nível semântico também há especialistas no significado do termo ‘ouro’ e pessoas que simplesmente utilizam o termo quando precisam de um anel de ouro para o casamento. Ele também estendeu isso a todas as comunidades linguísticas ao lançar a sua hipótese da universalidade da divisão do trabalho linguístico:

Toda comunidade linguística exemplifica o tipo de divisão do trabalho linguístico recém descrito: isto é, possui ao menos alguns termos cujos “critérios” associados são conhecidos apenas por um subconjunto dos falantes que adquirem aqueles termos, e seu uso pelos demais falantes depende de uma cooperação estruturada entre eles e os falantes dos subconjuntos relevantes. (Putnam, 1975a, 228, tradução livre)

O ponto central de Putnam é que a aquisição de um termo de espécie natural não pressupõe necessariamente a aquisição de um método de reconhecimento de instâncias da espécie. O desenvolvimento da noção de divisão do trabalho linguístico ajuda a explicar o fato de que um falante pode usar um termo e ser ignorante sobre o seu significado. Como um termo é geralmente aprendido em conversas com outros falantes, a referência do termo é socialmente transmitida por empréstimo. Um falante comum — relativamente a um termo — é apenas alguém que adquiriu o estereótipo do termo, mas provavelmente é ignorante em relação ao seu significado exato.

Putnam (1975b, 205) nos fala da existência de estereótipos fortes e fracos que são linguisticamente associados aos nossos termos de espécies naturais e magnitudes físicas. Os estereótipos fortes, por um lado, fornecem uma imagem forte dos membros paradigmáticos do agrupamento, permitindo, na maioria dos casos, a identificação

dos seus membros. Este é o caso com o estereótipo de ‘tigre’ como um animal que possui listras ou de ‘limão’ como uma fruta de gosto azedo. Os estereótipos fracos, por outro lado, não dão nenhuma ideia aos falantes leigos de quais são as condições suficientes para pertencer ao agrupamento. Este é o caso com o estereótipo de ‘ouro’ como uma substância amarela e brilhante ou de ‘alumínio’ como um metal. O estereótipo de ‘ouro’ como uma substância amarela e brilhante, por exemplo, pode levar à identificação equivocada da pirita de ferro (de fórmula química  $\text{FeS}_2$ ) como ouro, daí sua designação de “ouro de tolo”. Assim, a distinção entre falantes comuns e especialistas permite explicar a variedade nas competências e obrigações linguísticas existentes entre os falantes de uma comunidade linguística. Enquanto o falante comum não possui a obrigação linguística de saber mais do que o estereótipo de ‘ouro’, que é fraco o suficiente para permitir confusões, os químicos são os candidatos óbvios para possuírem mais obrigações e competências linguísticas em relação a um termo como ‘ouro’, tais como saber que ouro é o elemento químico cuja propriedade estrutural é possuir número atômico 79 e conhecer um ou mais testes para identificação de ouro.

A semântica dos termos de espécies naturais de Putnam (1975a, 269) desenvolve a ideia de que o uso de um termo de espécie natural é linguisticamente associado com diversos componentes que constituem um vetor complexo: marcadores sintáticos, marcadores semânticos, estereótipo e extensão. Putnam esboçou o vetor de significado do termo ‘água’, por exemplo, como o seguinte:

Marcadores sintáticos	Marcadores semânticos	Estereótipo	Extensão
substantivo de massa; concreto	espécie natural; líquido;	incolor; transparente; insípido; mata a sede; etc.	$\text{H}_2\text{O}$ (com ou sem impurezas)

A diferença entre falantes comuns e especialistas, que permite explicar como os falantes conseguem se referir com sucesso a espécies naturais mesmo sendo ignorantes sobre o significado exato das palavras utilizadas, também pode ser colocada em termos do alcance do vetor de significado dizendo que este possui diferentes alcances dependendo do tipo de falante: geralmente vai só até o estereótipo no caso dos falantes comuns, mas penetra mais fundo até a estrutura oculta no caso dos especialistas.<sup>5</sup>

A existência e a importância da divisão do trabalho linguístico entre falantes comuns e especialistas fica mais evidente se focarmos a nossa atenção no caso dos termos de magnitudes físicas, tais como ‘eletricidade’, ‘temperatura’ etc. Putnam

(1975b, 198-207) esboçou uma abordagem causal para o significado desses termos no qual a noção de evento introdutório é essencial e reconheceu que os termos de espécies naturais estão sujeitos ao mesmo mecanismo. Brevemente e genericamente falando, um evento introdutório pode ser entendido como uma situação especial na qual um cientista natural, na presença de certos efeitos, introduz um termo de magnitude física no vocabulário coletivo através de uma descrição causal que destaca a magnitude responsável por esses efeitos. Alguém que esteja presente na situação, ou que aprenda o termo com alguém que estava presente na situação, ou que aprenda o termo através de registros escritos da situação, e assim por diante, adquire a capacidade de usar o termo. A partir daí, todos os seus usos posteriores que exemplificam tal capacidade estão diretamente ou indiretamente ligados ao evento introdutório e, portanto, referem-se à mesma magnitude referida no evento introdutório.

Qual é a vantagem de tal teoria causal? A vantagem, como tenho enfatizado desde o início, é não reduzir a nossa capacidade de referir ao nosso conhecimento atualmente disponível, aliviando assim a carga epistêmica dos falantes e abraçando o caráter aberto das nossas investigações. Alivia a carga epistêmica dos falantes pois nos permite dizer que um falante que tenha o tipo de vínculo certo com um evento introdutório — por mais longe no tempo e no espaço que este possa estar — e que possua um conhecimento linguístico mínimo sobre o termo, consegue se referir com sucesso a uma espécie natural ou magnitude física mesmo que não conheça o significado exato ou mesmo que forneça uma descrição cientificamente incorreta da espécie ou magnitude em questão. Além disso, ao tratar termos de espécies naturais e magnitudes físicas como trans-teóricos, uma teoria causal permite que haja acordo e desacordo entre investigadores possuindo teorias diferentes, e isso significa que nossa teoria é sensível ao caráter aberto das nossas investigações racionais e que admitimos que a mudança de crença não implica necessariamente a mudança de referência.

No entanto, não podemos cometer o equívoco de pensar que nenhum conhecimento é associado ao uso dos termos que se referem com sucesso às espécies naturais ou magnitudes físicas. É preciso lembrar que Putnam esboçou o seu modelo do significado como uma alternativa ao modelo dos positivistas lógicos, que pensavam o significado em termos de condições analiticamente necessárias e suficientes. Para Putnam, um falante comum não precisa conhecer o significado exato dos termos que ele usa, mas ser um *falante competente* em relação a um termo particular implica que ele pelo menos adquiriu um conhecimento linguístico mínimo acerca do termo, o que envolve associar os marcadores sintáticos e semânticos, bem como o estereótipo corretos ao termo. Por exemplo, em relação ao termo ‘eletricidade’, Putnam sugere que alguém que adquiriu o termo parece associá-lo linguisticamente a algumas ideias básicas, tais como a de que a eletricidade é uma magnitude ou quantidade física capaz de localização e mensuração e que é capaz de fluir. Mas nem mesmo isso é consi-

derado analítico por Putnam. Assim, toda a questão é que a competência linguística não é redutível ao conhecimento, pois ela também envolve uma conexão causal com eventos introdutórios, mas tal irredutibilidade não implica a completa independência em relação ao conhecimento:

Nos artigos anteriores, sugeri que a referência é fixada por um teste conhecido pelos especialistas; agora me parece que este é apenas um caso especial de meu uso sendo causalmente conectado a um evento introdutório. Para palavras de espécie natural também, então, *a competência linguística é uma questão de conhecimento mais conexão causal com eventos introdutórios* (e, finalmente, com membros da própria espécie natural). E esta é até agora a mesma razão que no caso dos termos de magnitude física; a saber, que o uso de um termo de espécie natural envolve em muitos casos a participação em um 'coletivo' que tem contato com a espécie natural, que conhece os testes para pertencer à espécie natural, etc., apenas como um coletivo. A ideia de que a competência linguística em conexão com uma palavra de espécie natural envolve mais do que apenas ter a extensão ou referência correta (onde isso agora é explicado por meio de uma explicação causal), *mas também associar o estereótipo correto* parece-me transportar para termos de magnitudes físicas. (Putnam, 1975b, 205, tradução livre e ênfases minhas).

Portanto, de acordo com a teoria esboçada por Putnam, o mecanismo básico do empréstimo da referência é a noção de cadeia causal, que ele pegou emprestada de Kripke. Isso, em conjunto com a sua noção de divisão do trabalho linguístico, ajuda a esclarecer a variação existente na competência linguística entre falantes comuns e especialistas e a lidar com o problema da ignorância e erros. Como os falantes comuns também fazem parte das cadeias causais, não podemos esperar que o significado exato dos termos seja conhecido por todos os seus usuários, mas podemos dizer que a referência é transmitida socialmente pois há uma conexão causal dos usos dos termos pelos leigos com eventos introdutórios. Assim, na melhor das hipóteses, os falantes comuns se beneficiam do seu envolvimento linguístico com os especialistas, que, no caso paradigmático, fixam a referência dos termos de espécies naturais em contato direto com amostras. Além disso, como fruto de suas pesquisas empíricas, os especialistas conhecem *coletivamente* pelo menos algum teste para decidir o pertencimento de algo à espécie natural em questão.

Devitt & Sterelny (1999, 89) notaram que não é necessário que o fundamentador seja um especialista, porém, basta que geralmente este seja o caso para que possamos endossar o relato de Putnam sobre o papel dos especialistas no empréstimo da referência como um relato satisfatório do caso paradigmático no qual a divisão do trabalho linguístico é, por assim dizer, mais vertical. A seguir, com o intuito de dar substância a essa imagem como uma representação bastante fiel do caso paradigmático de fundamentação de termos de espécies naturais, ofereço um breve relato



pessoal das minhas aventuras como um aprendiz de química.

### 3. O aprendiz de química

Há dois anos atrás eu decidi iniciar um curso de graduação em química, ao mesmo tempo que estava ingressando no mestrado em filosofia. Esta decisão foi motivada pela própria natureza da pesquisa que eu estava iniciando, que se encontra na interface entre a filosofia da linguagem e a filosofia da química. O que me guiava era o pensamento de que eu só poderia filosofar bem sobre a química se eu tivesse maior intimidade com ela.

Mas o que é ter maior intimidade com a química? Certamente não é apenas ler livros de química e conhecer conceitos e teorias químicas. Isso também é de suma importância, mas o que se exige de todo aprendiz de química é que ele esteja em contato direto com amostras de substâncias químicas e instâncias de reações químicas. Em outras palavras, exige-se que ele vista o jaleco e “coloque a mão na massa” dentro do laboratório. Isso tem a ver com a definição da química como uma ciência teórico-experimental. Com efeito, os químicos precisam conhecer as propriedades organolépticas das substâncias — aquelas que são percebidas pelos nossos sentidos, como cor, brilho, transparência, textura, odor e sabor — bem como as evidências de reações, que podem incluir mudanças de cor, formação de precipitados e liberação de gases na forma de bolhas — quando a reação é realizada em solução aquosa — além de outras propriedades das substâncias, como densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição etc. Assim, embora a própria definição de química seja assunto de disputa filosófica, quero endossar a opinião de Vihalemm (2003) e van Brakel (1997) de que a definição antiga da química como a ciência das substâncias e suas transformações deve ser preferida àquela dos livros contemporâneos que definem a química como a ciência da transferência de elétrons. A razão é simplesmente que a definição antiga é abrangente o suficiente para não excluir práticas de vários ramos da química que se assemelham mais à história natural e à tecnologia do que à física teórica.

Na ciência acadêmica atual, antes de uma aula experimental, tipicamente recebemos um roteiro que apresenta a teoria relevante e instruções do quê e como deve ser realizado. Nesses roteiros, geralmente há uma seção intitulada “materiais” onde são listados os nomes de instrumentos e reagentes. Os reagentes, por sua vez, estão armazenados em frascos que possuem rótulos de identificação e são disponibilizados em bancadas de acesso coletivo durante as aulas. Assim, de forma análoga ao exemplo de um aprendiz de joalheria, que adquire a habilidade de usar o termo ‘platina’ em contato direto com amostras de platina, de modo que essa habilidade adquirida está fundamentada no metal (Devitt & Sterelny, 1999, 89); um aprendiz de química também aprenderá, por exemplo, os termos ‘zinco metálico’ e ‘cobre metálico’ em

contato com amostras dos metais zinco (Zn) e cobre (Cu) e o termo ‘ácido clorídrico’ em contato com amostras de soluções aquosas de cloreto de hidrogênio (HCl) e água (H<sub>2</sub>O). Ele também irá aprender como utilizar o termo ‘reação de oxirredução’ na presença de certos efeitos ao juntar zinco e ácido clorídrico, além do termo ‘gás hidrogênio’ em contato com amostras inflamáveis de gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) como produto dessa reação.

#### 4. Ausência de amostras de eka-elementos

Mas então passamos sutilmente de um relato do empréstimo da referência para um relato sobre a fundamentação, isto é, de uma explicação de como os termos de espécies naturais estão fundamentados na realidade. Ora, é na fundamentação que surgem os problemas para uma teoria puramente causal. O mais dramático desses problemas parece ser a introdução de termos de espécies naturais na ausência de amostras. A seguir, quero exemplificar esse problema através da análise exploratória do caso dos termos de eka-elementos introduzidos por Mendeleev.

Para explicar a introdução dos termos ‘eka-alumínio’ e ‘eka-silício’, que serão os casos que eu analisarei, é preciso dizer algumas palavras sobre o estado em que se encontrava as discussões sobre a classificação química quando Mendeleev propôs o seu sistema de classificação baseado na lei periódica. Segundo Bensaude-Vincent (1996), a situação envolvia, de modo mais geral, *o problema da multiplicidade dos elementos* como consequência do surgimento, ao longo do século XIX, de novos métodos de análise, a eletrólise e a análise espectral. Para lidar com esse problema e colocar ordem à classificação química surgiram dois caminhos rivais: ou reduzir o múltiplo a um elemento primordial ou subordinar o múltiplo a uma lei única. Por um lado, a primeira alternativa consistia na hipótese genealógica do inglês W. Prout de que toda a diversidade de corpos simples deriva de um elemento primordial e originário, o hidrogênio. Esta alternativa se baseava numa aritmética dos valores dos pesos atômicos, que podiam ser representados como múltiplos inteiros do peso atômico do hidrogênio, e recebeu apoio do atomismo daltoniano, dos estudos dos radicais em química orgânica e da teoria darwiniana da evolução.<sup>6</sup> Por outro lado, a segunda alternativa foi desenvolvida independentemente por três investigadores, J. A. Newlands e W. Odling, ambos ingleses, e o russo Mendeleev.

Mendeleev apresentou a sua proposta taxonômica em março de 1869 à Sociedade Russa de Química sob o título *Da relação entre as propriedades e os pesos atômicos dos elementos*. Ao longo dos vinte anos seguintes, ele publica uma série de artigos mais ou menos com o mesmo título nos quais explora as consequências da descoberta da lei periódica. Esta emerge da utilização conjunta de dois critérios de classificação: a comparação entre os valores dos pesos atômicos e a comparação entre as propriedades

químicas. Ao organizar os elementos conhecidos à época em colunas verticais pelo aumento do peso atômico de modo que as linhas horizontais contivessem elementos análogos, Mendeleev obteve uma tabela a partir da qual deduziu oito proposições (ver Figura 1).

				Ti =50	Zr = 90	? =180
				V =51	Nb = 94	Ta =182
				Cr =52	Mo= 96	W =186
				Mn=55	Rh =104.4	Pt =197.4
				Fe =56	Ru =104.4	Ir =198
			Ni=Co =59	Pd =106.6	Os =199	
				Cu =63.4	Ag =108	Hg =200
				Zn =65.2	Cd =112	
				? =68	Ur =116	Au =197?
				? =70	Sn =118	
				As =75	Sb =122	Bi =210
				Se =79.4	Te =128?	
				Br =80	I =127	
				Rb =85.4	Cs =133	Tl =204
				Sr =87.6	Ba =137	Pb =207
				Ce =92		
				La =94		
				Di =95		
				Th =118?		
H =1						
	Be = 9.4	Mg =24				
	B =11	Al =27.4				
	C =12	Si =28				
	N =14	P =31				
	O =16	S =32				
	F =19	Cl =35.5				
Li =7	Na =23	K =39				
		Ca =40				
		? =45				
		?Er =56				
		?Yt =60				
		?In =75.6				

Figura 1: Tabela periódica de Mendeleev (1869).

Para o meu propósito neste artigo, a sexta proposição é a mais importante, pois ela diz respeito aos lugares — preenchidos com um ponto de interrogação — reservados por Mendeleev a elementos ainda *desconhecidos*. Com efeito, tal proposição afirma que o sistema proposto “permite prever a descoberta de muitos novos elementos, por exemplo, análogos de Si e Al com pesos atômicos entre 65 e 75” (Mendeleev, 1869, 24).

Além de se opor à procura por uma unidade primordial, defendendo um pluralismo da individualidade química, a característica distintiva do caminho de investigação seguido por Mendeleev, em relação ao caminho rival, é que a sua busca por uma lei geral permitiu fazer *previsões* sobre as propriedades de elementos desconhecidos à época:

Os desenvolvimentos anteriores mostraram que a lei periódica nos permite lançar luz sobre as propriedades desconhecidas de elementos cujos análogos atômicos são conhecidos por nós. [...] Vou, portanto, *descrever* as propriedades de vários elementos *ainda não descobertos*. Desta forma espero demonstrar, de forma nova e perfeitamente clara, a exatidão da lei, embora a

confirmação dessas provas fique reservada para o futuro. (Mendeleev, 1871, 80, tradução livre e ênfases minhas)

Esse método de classificação permitiu a Mendeleev introduzir termos de espécies químicas das quais ainda não se tinham amostras disponíveis e, a partir do lugar desses elementos em uma série, prever as suas propriedades. ‘Eka-alumínio’ e ‘eka-silício’ foram termos introduzidos descritivamente sem o contato direto com amostras. Para evitar a introdução de novos nomes na ciência, Mendeleev utilizou o recurso de adicionar prefixos em sânscrito aos termos dos elementos com peso atômico inferiores mais próximos já conhecidos. Assim, ‘eka’ é um numeral sânscrito que significa “um, primeiro”, indicando que o termo se refere ao primeiro elemento após o elemento análogo na mesma família, por exemplo, ‘eka-alumínio’ significando “o primeiro elemento após o alumínio na mesma família”. Posteriormente, porém, os cientistas naturais que determinaram experimentalmente as propriedades do eka-alumínio (Lecoq de Boisbaudran) e do eka-silício (Winkler) em contato com amostras, rebatizam esses eka-elementos, respectivamente, de gálio e germânio.

Até onde percebi, há unanimidade na literatura de que ‘eka-alumínio’ e ‘gálio’, ou ‘eka-silício’ e ‘germânio’, são termos correferenciais, o que se explica pelo fato de que as descrições das propriedades previstas por Mendeleev são significativamente corretas quando comparadas com as determinações posteriores (ver Tabela 1).

Sobre esse novo método de classificação, em *O pluralismo coerente da química moderna*, Bachelard afirma que:

A própria ordem de explicação dos fenômenos será alterada. Teremos de destacar uma característica epistemológica completamente nova na química moderna. Para isso será preciso mostrar que se apreende a relação que vai de uma substância particular para seus atributos pelo único fato de se conhecer o lugar da substância no plano geral de todas as outras substâncias. Já não se trata de uma experiência sempre focalizada no indivíduo ou na espécie, mas sim no gênero. Isso vai determinar uma renovação nominalista que fará da nomenclatura química um verdadeiro método de conhecimento. *Nomear servirá mais para conhecer do que para reconhecer*, e a própria classificação das substâncias elementares se mostrará movida por um pensamento ativo que designa um lugar regular para um objeto antes de encontrar esse objeto. [...] Então as substâncias químicas aparecem mais como *exemplos de leis que como exemplos de coisas*. (Bachelard, 2009, 22-23, ênfases minhas)

Parece que estamos frente não apenas a uma situação epistemológica nova, mas também a uma situação semântica nova. Assim, se quisermos fornecer uma explicação completa da referência dos termos de espécies químicas que dê conta dessa nova situação epistemológica e semântica, não parece haver outra alternativa viável a não ser admitir um hibridismo causal-descritivo da fundamentação.

É claro que alguém pode objetar que os termos introduzidos por Mendeleev não vingaram e que, uma vez que os termos para os elementos descobertos posteriormente foram introduzidos em contato direto com amostras, a teoria causal já faz todo o trabalho de explicar a referência dos termos que realmente vingaram na ciência. Essa objeção também pode ser reforçada pela observação de que o caso dos eka-elementos é muito similar ao caso do termo ‘Netuno’ introduzido por Leverrier e que Kripke consegue lidar satisfatoriamente com a referência deste termo através de uma teoria exclusivamente causal, de sorte que não seria necessário uma teoria híbrida mais robusta.<sup>7</sup>

É verdade que os termos de eka-elementos não vingaram, mas isso pode indicar meramente a recusa do recurso de adicionar prefixos em sânscrito aos nomes dos elementos já conhecidos, uma hipótese que se mostra plausível, uma vez que, através desse recurso, um mesmo elemento poderia ter vários nomes diferentes. Por exemplo, ‘eka-silício’ também poderia ser chamado de ‘dvi-carbono’, onde ‘dvi’ significa “dois, segundo” em sânscrito, pois é o segundo elemento após o carbono na mesma família, e assim por diante. Na verdade, é surpreendente que o próprio Mendeleev tenha utilizado esse recurso, considerando a sua posição pluralista sobre a individualidade dos elementos químicos.

Mas a razão principal pela qual a alternativa puramente causal da fundamentação não parece satisfatória é que ela dá a entender que a descoberta da lei periódica foi completamente supérflua para a descoberta desses elementos. No entanto, há pelo menos dois indícios do contrário. O primeiro é a confiança de Mendeleev nas promessas da lei periódica ao escrever que “a determinação *a priori* das propriedades de elementos desconhecidos facilitará a sua descoberta, pois tal conhecimento nos permitirá prever as reações de seus compostos” (Mendeleev, 1871, 80). Não tenho certeza se as previsões sobre as propriedades do eka-alumínio e do eka-silício de fato facilitaram a descoberta do gálio e do germânio. É claro que se houver evidências do contrário, então a alternativa puramente causal poderia fazer o seu caminho. No entanto, isso me parece improvável devido à persistência do sistema periódico de classificação química e o posicionamento dos elementos descobertos posteriormente nos mesmos lugares do sistema que foram reservados por Mendeleev aos eka-elementos.

Além disso, se entendemos que uma teoria da referência de termos para espécies naturais deve ser uma teoria que explique tanto a fundamentação quanto o empréstimo da referência, parece que mesmo a teoria da referência de Kripke não é puramente causal. Pois consideremos o caso do batismo sem ostensão do termo ‘Netuno’. Como fruto de uma conjectura astronômica, este termo foi introduzido com a finalidade de batizar um planeta — o planeta Netuno — cuja existência era a melhor explicação para as perturbações observadas na órbita de Urano. Assim, a referência do termo ‘Netuno’ foi fixada através da descrição “o planeta que causa tais e tais perturbações na órbita de Urano”. Ao escrever sobre esse exemplo, Kripke admite

	Previsões	Determinações
	Eka-alumínio	Gálio (descoberto em 1875 por Lecoq de Boisbaudran)
Peso atômico	68	69,9
Peso específico	6,0	5,96
Volume atômico	11,5	11,7
	Eka-silício	Germânio (descoberto em 1886 por Winkler)
Peso atômico	72	72,3
Peso específico	5,5	5,469
Volume atômico	13	13,2
Óxido	EsO <sub>2</sub>	GeO <sub>2</sub>
Peso específico do óxido	4,7	4,703
Cloreto	EsCl <sub>4</sub>	GeCl <sub>4</sub>
p.e. do cloreto	<100 °C	86 °C
Densidade do cloreto	1,9	1,887
Fluoreto não gasoso	EsF <sub>4</sub>	GeF <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O (sólido branco)
Composto etílico	EsAc <sub>4</sub>	Ge(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>4</sub>
p.e. do composto etílico	160 °C	160 °C
Peso específico do composto etílico	0,96	um pouco inferior a 1

Tabela 1: Previsões de elementos por Dmitri Mendeleev em 1872 e suas determinações posteriores. ‘Es’ é o símbolo para eka-silício nas fórmulas em que aparece.

Fonte: Bensaude-Vincent, B. (1996), 98–99.

que “o caso de batismo por ostensão talvez se possa também subsumir no conceito de descrição. Portanto, a principal aplicabilidade da teoria descritivista é para casos de batismo inicial” (Kripke, 1980, 96). É verdade que uma das razões pelas quais isso se distinguiria das teorias descritivistas dos nomes, segundo Kripke, é que casos de batismo por descrição são raros, enquanto o descritivismo pretende ser uma teoria *geral* dos nomes (Santos, 2012, 28). No entanto, não está claro se o caso dos eka-elementos se junta ao caso de Netuno em um grupo de exceções ou se tais casos são menos raros do que pensava Kripke. Não tenho como decidir isso aqui, mas quero sugerir que, se pudesse ser mostrado que tais casos não são tão raros assim, por exemplo, que houvesse uma proliferação de casos análogos ao se revirar o baú da história, parece que o próprio Kripke estaria inclinado a aceitar um hibridismo

causal-descritivo da fundamentação, ou, nos seus próprios termos, da fixação da referência. Em certa medida, parece que ele já aceitou isso, embora defendesse que o caso paradigmático deve ser explicado por uma teoria causal.

## 5. Considerações finais

A despeito do fato de que os termos que vingaram foram aqueles introduzidos na presença de amostras, a meu ver, defender uma teoria puramente causal da fundamentação tem a consequência indesejável de que os termos de eka-elementos são considerados tão vazios quanto o termo 'bruxa'. Este resultado é indesejável porque contradiz os julgamentos dos cientistas naturais, que confiavelmente consideram que os termos de eka-elementos e os termos para os elementos isolados e caracterizados posteriormente são correferenciais. Em certa medida, a insistência em uma teoria puramente causal da fundamentação pode ser apenas um efeito colateral de uma posição epistemológica de que só se pode conhecer uma substância individualmente, ou seja, de que é impossível conhecê-la através do conhecimento de uma série a qual ela faz parte. Mas o fato de que as descrições não causais fornecidas por Mendeleev são significativamente corretas quando comparadas com as determinações empíricas posteriores é uma prova de que, através da lei periódica, foi possível obter conhecimento *a priori* sobre algumas substâncias com as quais ainda não tínhamos nenhum contato direto. Assim, se levarmos em conta os nossos julgamentos pré-teóricos, não parece haver outro modo possível de explicar a correspondência que há entre as propriedades previstas por Mendeleev e as propriedades determinadas pelos químicos experimentais.

## Referências

- Bachelard, G. 2009. *O pluralismo coerente da química moderna*, Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bensaude-Vincent, B. 1996. Mendeleev: história de uma descoberta. In: M. Serres (ed.), *Elementos para uma história das ciências*, vol.3, p.77–102. Lisboa: Terramar.
- Chang, H. 2012. Water: the long road from Aristotelian element to H<sub>2</sub>O, *Circumscribere* 12: 1–15.
- Devitt, M. 1981. *Designation*. New York: Columbia University Press.
- Devitt, M. & Sterelny, K. 1999. *Language and reality: an introduction to the philosophy of language*. 2. ed.. Oxford: Blackwell.
- Evans, G. 1985. The causal theory of names. In: *Collected Papers*, p.1-24. Oxford: Clarendon Press.
- Kripke, S. A. 1980. *Naming and Necessity*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- LaPorte, J. 2003. Chemical Kind Term Reference and the Discovery of Essence. In: *Natural Kinds and Conceptual Change*, p.92–111. Cambridge: Cambridge University Press.

- Mendeleev, D. I. 2002 [1869]. On the relation of the properties to the atomic weights of the elements. In: W. B. Jensen (ed.), *Mendeleev on the periodic law: selected writings, 1869-1905*, p.23–24. New York: Dover.
- Mendeleev, D. I. 2002 [1871]. On the periodic regularity of the chemical elements. In: W. B. Jensen (ed.), *Mendeleev on the periodic law: selected writings, 1869-1905*, p.43–106. New York: Dover.
- Putnam, H. 1975a. The Meaning of ‘Meaning’. In: *Philosophical Papers: Mind, Language and Reality*, vol.2, p. 215–271. Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, H. 1975b. Explanation and Reference. In: *Philosophical Papers: Mind, Language and Reality*, vol.2, p.196–214. Cambridge: Cambridge University Press.
- Santos, R. 2012. Introdução à edição portuguesa. In: S. A. Kripke, *O nomear e a necessidade*, p.27–28. Lisboa: Gradiva.
- Sterelny, K. 1983. Natural Kinds Terms. *Pacific Philosophical Quarterly* 64(2): 100–125.
- van Brakel, J. 1997. Chemistry as the Science of the Transformation of Substances. *Synthese* 111: 253–254.
- Vihalemm, R. 2003. Natural Kinds, Explanation, and Essentialism in Chemistry. *Annals of the New York Academy of Sciences* 988: 59–70.
- Watson, J. D. & Crick, F. H. C. 1953. Molecular Structure of Nucleic Acids: a structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature* 4356(171): 737-738.

## Notas

<sup>1</sup>Os nomes mais conhecidos que supostamente defenderam uma teoria causal são Mill, Kripke, Donnellan e Putnam, enquanto os representantes mais populares da abordagem descritivista são Frege, Russell, Wittgenstein, Searle e Lewis.

<sup>2</sup>Por exemplo, Devitt (1981) e Evans (1985). Embora seja um caso mais controverso, eu também incluiria Putnam como alguém que esboçou uma teoria híbrida da referência.

<sup>3</sup>Putnam não pensa XYZ como uma fórmula genérica, ou seja, com X, Y e Z representando elementos químicos, ele pensa XYZ como a abreviação de uma fórmula longa e complicada. Porém, para os meus propósitos, XYZ é considerada uma fórmula genérica, o que torna possível compará-la com  $X_2Y_4Z$ , uma fórmula genérica ligeiramente diferente.

<sup>4</sup>Chang (2012) oferece mais detalhes e uma análise crítica da história da fórmula molecular da água.

<sup>5</sup>Há certamente inúmeras questões que podem ser levantadas sobre isso. Talvez uma muito pertinente seja sobre a natureza da relação entre falantes comuns e especialistas. O relato de Putnam pode dar a entender o caráter vertical dessa relação, mas isso pode nem sempre ser assim, talvez em alguns casos a relação seja horizontal. O caso envolvendo o termo ‘jade’ é um exemplo de como os falantes comuns podem simplesmente ignorar o critério microestrutural dos especialistas. A historiografia do termo ‘jade’ recordada por LaPorte (2003, 94-100) mostra que mesmo após a descoberta de que a comunidade linguística estava aplicando o termo a duas espécies minerais de composição química distinta, a nefrita, de fórmula química  $Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ , e a jadeíta, de fórmula química  $NaAl(SiO_3)_2$ , esse padrão de aplicação continuou praticamente o mesmo entre colecionadores, escultores e comerciantes,



que, dando prioridade ao critério fenomenológico — que leva em conta propriedades nominiais como cor, dureza, textura, etc. — classificam esses minerais como uma e a mesma espécie natural, ao passo que foi presumivelmente interrompido entre mineralogistas, geólogos e químicos, que adotam critérios que permitem distinguir entre duas espécies naturais. De qualquer forma, embora mais trabalho seja necessário para especificar a natureza da relação entre falantes comuns e especialistas, penso que a noção de divisão do trabalho linguístico é útil para explicar o empréstimo da referência para a maioria dos termos de espécies naturais e magnitudes físicas.

<sup>6</sup>Na verdade, como enfatiza Bensaude-Vincent (1996, 87), a escolha do hidrogênio como unidade básica do atomismo daltoniano era puramente convencional, mas foi interpretada como uma confirmação da hipótese de Prout. Além disso, com o objetivo de acomodar novas determinações experimentais de pesos atômicos não inteiros, a hipótese foi reformulada por Prout de modo que os pesos atômicos fossem múltiplos inteiros de uma fração do hidrogênio.

<sup>7</sup>Agradeço ao Prof. Dr. Jerzy A. Brzozowski pela objeção formulada em uma pré-apresentação desta comunicação no Grupo de Estudos de Linguagem e Metafísica Analítica (GELMA/UFSC).