

**Metáforas científicas: a hipótese da metáfora epistêmica como um processo subjacente à produção de conhecimento científico<sup>+</sup>\***

---

*Fábio Bartolomeu Santana*<sup>1</sup>

Instituto Federal do Paraná

Paranaguá – PR

*Henrique César da Silva*<sup>1</sup>

*Frederico Firmo de Souza Cruz*<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis – SC

**Resumo**

*Apresentamos os pressupostos fundamentais e as bases conceituais que estruturam a noção de metáfora epistêmica, hipótese proposta pelo filósofo argentino Hector Palma com o intuito de descrever os processos metafóricos que ocorrem em âmbito científico. Diferentemente das metáforas ordinárias, a noção de metáfora epistêmica incorpora não apenas palavras ou termos, mas estende-se a uma diversificada gama de elementos comumente presentes no âmbito científico, tais como teorias, leis, conceitos, equações, etc. Sua proposição está diretamente relacionada com uma mudança de perspectiva, tanto nas concepções epistêmicas relativas à atividade científica, quanto ao fenômeno metafórico, ocorridas a partir de meados do século XX. Estas mudanças permitem considerar o fenômeno metafórico para além dos limites didático e heurístico, alcançando os âmbitos cognoscitivo e epistêmico. Tomando por base a noção metafórica apresentada por Palma, propomos a noção de metáfora epistêmica intracientífica, ou seja, propomos considerar a metáfora epistêmica no interior de um dado campo científico.*

**Palavras-chave:** *Metáfora; Metáfora Epistêmica; Hector Palma.*

---

<sup>+</sup> Scientific metaphors: the hypothesis of the epistemic metaphor as a process subjacent the production of scientific knowledge

<sup>\*</sup> *Recebido: 8 de julho de 2022.*

*Aceito: 6 de novembro de 2022.*

<sup>1</sup> E-mails: [fabio.bartolomeu@ifpr.edu.br](mailto:fabio.bartolomeu@ifpr.edu.br); [henrique.c.silva@ufsc.br](mailto:henrique.c.silva@ufsc.br); [fredfirmo@gmail.com](mailto:fredfirmo@gmail.com)

## **Abstract**

*We present the fundamental assumptions and conceptual bases that structure the notion of epistemic metaphor, a hypothesis proposed by the Argentinian philosopher Hector Palma in order to describe the metaphorical processes that occur in the scientific field. Unlike ordinary metaphors, the notion of epistemic metaphor incorporates not only words or terms, but extends to a diverse range of signs commonly present in the scientific field, such as theories, laws, concepts, equations, etc. His proposition is directly related to a change of perspective, both in epistemic conceptions related to scientific activity, as well as to the metaphorical phenomenon, which occurred from the mid-twentieth century onwards. These changes allow considering the metaphorical phenomenon beyond the didactic and heuristic limits, reaching the cognitive and epistemic scopes. We therefore argue that the notion of epistemic metaphor can bring new perspectives to the understanding of scientific knowledge as well as to the teaching of science at different levels. Based on the metaphorical notion presented by Palma, we propose the notion of intrascientific epistemic metaphor, that is, we propose to consider the epistemic metaphor within a given scientific field.*

**Keywords:** *Metaphor; Epistemic Metaphor; Hector Palma.*

## **I. Introdução**

O fenômeno da metáfora tem sido objeto de estudo desde Aristóteles (LIMA, 2005). Permeando diversas áreas do saber originalmente relacionadas com a atividade linguística, a busca por sua conceitualização fez emergir uma gama diversificada de teorias e teve, a partir do século XX, suas investigações pautadas em perspectivas interdisciplinares, com múltiplos contornos, objetivos e notável profundidade (CAVALCANTE; FERREIRA; GUALDA, 2016; ORTONY, 1993).

Os estudos de Ivor A. Richards, publicados em 1936, produzem efeitos duradouros a partir de meados do século XX, estabelecendo como pressuposto fundamental o fato de que as metáforas devem ser compreendidas, como já afirmara Nietzsche, “como um princípio onipresente do pensamento, como um fenômeno que permeia todo o discurso, e, por sua natureza, não pode ser reduzida a paráfrases literais” (CAVALCANTE; FERREIRA; GUALDA, 2016, p. 9). Perspectivas mais contemporâneas admitem, adicionalmente, que o fenômeno metafórico alcança os domínios da interação social e cultural (SILVA; LEITE, 2015), bem como a cognição, onde o processo metafórico vem sendo considerado como parte

integrante do pensamento, raciocínio e imaginação (GIBBS, 2006; LAKOFF; JOHNSON, 2017).

Nas últimas duas décadas do século XX a Teoria da Metáfora Conceptual (TMC) de Lakoff e Johnson (2017) surge como um marco referencial nos estudos da metáfora, cujos fundamentos encontram-se relacionados com a experiência sensorio motora humana (SILVA; LEITE, 2015). No contexto da TMC, as metáforas “são produtos de nossos corpos, nossa interação com o meio físico, nossas interações sociais no marco cultural que nos é próprio” (CIAPUSCIO, 2011, p. 90). Em meio a críticas e evidências, desde seu surgimento até os dias atuais, a TMC vem sendo modificada e aprimorada (SCHRÖDER, 2008, 2011).

A importância das metáforas no campo científico (incluindo modelos e analogias) vem sendo amplamente apontada (ARRUDA, 1993; KNUDSEN, 2003; KUHN, 1993; PULACZEWSKA, 2010) e diferentes estudos indicam sua presença nos livros didáticos (KOPP; ALMEIDA, 2019; SOUZA SILVA; MARTINS, 2010), em estratégias didáticas e como objeto de investigações no ensino (AMIN *et al.*, 2012; BOZELLI; NARDI, 2005; BROOKES; ETKINA, 2007; NARDI; ALMEIDA, 2006; QUALE, 2002; SKORCZYNSKA, 2014), na divulgação científica e estudos culturais da ciência (CERONI, 2014; MACHADO, 2017; SANTANA, 2019; SPERANÇA-CRISCUOLO, 2011; ZAMPONI, 2009).

Frente a este contexto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a hipótese da Metáfora Epistêmica (ME), proposta pelo filósofo da ciência argentino, Hector Palma. De acordo com Palma (2009, 2015a, 2015b), a noção de ME é capaz de descrever o fenômeno metafórico em âmbito científico, derivando-se daí algumas contribuições para a compreensão do papel das metáforas na produção de conhecimento científico, no ensino de ciências e na divulgação científica.

Tal como ocorre para os modelos e analogias científicas, também para as metáforas existe a necessidade de legitimidade, aceitabilidade, intersubjetividade e objetividade científicas (PALMA, 2015a). Por outro lado, o emprego de modelos e analogias científicas é uma característica explícita e intencional de certos processos metodológicos típicos da atividade científica, enquanto a noção metafórica de Palma corresponde a uma característica subjacente em certas situações de produção de conhecimentos científicos.

A perspectiva adotada por Palma considera, dentre outros aspectos, que o fenômeno metafórico é inerente aos processos cognitivos, isto é, “o locus da metáfora não está na linguagem, mas na maneira como conceituamos um domínio mental em termos de outro” (LAKOFF, 1993, p. 203); é um aspecto inerente, característico da cognição humana.

Buscando contribuir com os estudos da metáfora nos âmbitos científico e educativo, neste trabalho apresentaremos os pressupostos teóricos que dão sustentação à noção de ME, bem como os elementos conceituais que a constituem, visando a aplicação deste conceito em futuras investigações. Salientamos que, enquanto hipótese de trabalho, a noção de ME requer a verificação de sua plausibilidade, algo que não faremos neste trabalho. Deste modo, iremos aqui considerar o objeto metafórico de Palma como uma noção hipótese.

## II. Metáfora e conhecimento científico

O uso de metáforas na ciência é rotineiro, embora sua ubiquidade não seja percebida de maneira evidente (PALMA, 2015a). Não obstante, uma das linhas de estudo sobre as metáforas – que surge a partir de meados do século XIX – considerou a linguagem empregada pelos cientistas como envolta por pressupostos epistêmicos que, além de negligenciarem às metáforas qualquer papel cognoscitivo na produção do conhecimento científico, tinha “a linguagem rigorosa e formalizada como um desiderato epistêmico, [expulsando] irreversivelmente as metáforas do campo científico por sua referencialidade difusa” (PALMA, 2015a, p. 15).

O controle sobre a linguagem esteve presente desde o surgimento da ciência moderna, muito devido a seu potencial risco de subversão ao método científico empirista. Considerando a visão aristotélica da metáfora – a transferência de uma palavra ou nome de um objeto para outro objeto – o seu uso em um contexto científico muito provavelmente enganaria todos aqueles que tomassem a palavra ou nome de forma literal (PULACZEWSKA; 2010).

Para os filósofos – dentre os quais F. Bacon, T. Hobbes, J. Locke – o uso de metáforas na ciência implicaria na introdução de termos não literais, impróprios ao domínio científico “com o risco de poluir os significados precisos e estáveis que a ciência deve descobrir além dos termos que usa” (PASCOLINI, 2004, p. 3).

Além disso, a delimitação da linguagem empregada no campo científico buscava evitar as falhas do conhecimento vulgar frente a precisão e a lógica do pensamento erudito, de modo que o uso das metáforas incorporaria “modos imprecisos e superficiais de inferência, levando a inexatidão e ao erro” (SHAPIN, 2013, p. 318).

No início do século XX, quando se estabelece a epistemologia positivista, tornou-se imprescindível a necessidade de “formalizar ao máximo a linguagem científica como meio para alcançar a objetividade e neutralidade” (PALMA, 2009, p. 8). Embora houvesse o reconhecimento dos valores heurístico e didático das metáforas em âmbito científico, uma vez que a ciência deveria ser pautada pela precisão e pela ausência de ambiguidade, presumia-se que a sua linguagem deveria ser precisa e inequívoca (ORTONY, 1993), reforçando as percepções que concebiam “a ciência meramente como um cálculo axiomático empiricamente interpretado” (PALMA, 2015a, p. 65).

Este período é também marcado pelo surgimento do idealismo e o desenvolvimento de novas teorias científicas, como a Relatividade e a Mecânica Quântica e os grandes desenvolvimentos da Biologia – as teorias evolucionista, celular, das doenças infecciosas e a genética. Neste contexto também se consolidam os extensos campos das ciências sociais, dentre os quais a antropologia, a sociologia, a psicologia e a linguística (PALMA, 2015a).

Neste cenário, a imagem da ciência que fora construída, não com base nas práticas científicas de fato, “mas como proposta *a priori*, prescritiva e canônica de como fazer boa ciência” (PALMA, 2015a, p. 73, grifos do autor), traz consigo um pano de fundo constituído

por críticas e revisões necessárias à visão corrente acerca da prática científica. As críticas deflagradas no período considerado conduziram, pouco a pouco, a uma virada epistêmica, tendo como ápice a obra inaugural de T. Kuhn (1970), em meados do século XX, a partir da qual o interesse dos estudiosos da ciência não mais se restringia apenas ao produto da atividade científica, mas também aos processos, isto é, a própria atividade científica, passando a levar em conta “os aspectos pragmáticos e incluir elementos psicológicos, sociológicos e históricos” (PALMA, 2015a, p. 74).

Com o advento das revoluções científicas de Kuhn, a ciência passou a ser questionada, dentre outros aspectos, acerca de sua linguagem (PULACZEWSKA, 2010). Tais questionamentos reivindicavam que a linguagem científica teria lugar comum junto com outras formas de linguagem, abrindo caminho para concepções que poderiam ser localizadas no extremo oposto, ou seja, que consideram que “a linguagem da ciência, para além de certos rituais e peculiaridades instrumentais, não se diferiria de outras atividades e linguagens sem referencialidade privilegiada ou rigorosa” (PALMA, 2015a, p. 16). Estes questionamentos partem de autores que podem ser rastreados desde o século XIX, os quais deflagram “uma crítica à ciência moderna e suas pretensões de objetividade denunciando, entre outras misérias, que as ciências usam metáforas” (PALMA, 2015a, p. 16).

De forma semelhante ao que ocorrera no campo da filosofia da ciência, a partir da década de 1930 os estudos de Ivor Richards inauguram uma nova perspectiva sobre as metáforas, exercendo grande influência e que a partir de meados do século XX irão alçar as metáforas ao campo da filosofia da linguagem e dos modelos científicos (MARTIN; HARRÉ, 1982), a partir dos trabalhos de Black (1955, 1962) e Hesse (1963). Em suma, pouco a pouco a mudança de perspectiva sobre a atividade científica e também sobre as metáforas abriu caminho para novos estudos sobre as metáforas na ciência. Neste novo contexto, vários autores sustentam a importância do fenômeno metafórico na elaboração de conhecimentos científicos, conferindo às analogias e metáforas um papel central no pensamento científico (GENTNER; JEZIORSKI, 1993).

Nas ciências, sobretudo na Física, a necessidade de abstrações é uma prerrogativa recorrente (KOESTLER, 2014) e para empreender o pensamento abstrato, indivíduos põem em uso uma importante característica da metáfora (SHAPIRO, 1986), qual seja, a capacidade de estruturar compreensões e interpretações de algo abstrato em termos de algo mais concreto; “assim que se foge da experiência física concreta e começamos a falar sobre abstrações ou emoções, compreensão metafórica é norma” (LAKOFF, 1993, p. 205).

Para Boyd (1993, p. 486), “as expressões metafóricas constituem, pelo menos por um tempo, uma parte insubstituível do mecanismo linguístico de uma teoria científica: casos em que os cientistas usam para expressar alegações teóricas para as quais nenhuma paráfrase literal adequada é conhecida”.

Segundo Pulaczewska (2010, p. 377), é uma obviedade afirmar “que a ciência não pode se desenvolver sem uma linguagem para falar sobre seus insights”. De acordo com

Palma (2009, p. 7), constata-se “com facilidade que, ao longo da história da ciência – e também na atualidade –, os cientistas vêm utilizando metáforas”; para este autor “as metáforas utilizadas pelos cientistas dizem algo por si mesmas, e não como meras subsidiárias de outras expressões consideradas literais e, portanto, têm uma função cognitiva e epistêmica legítima e, sobretudo, insubstituível” (PALMA, 2015a, p. 16).

De acordo com Kuhn (1993, p. 539), a “metáfora desempenha um papel essencial no estabelecimento de vínculos entre a linguagem científica e o mundo”, tendo importante papel também na formação de cientistas, sobretudo quando novos termos são adicionados ao vocabulário científico e “quando tais termos – já estabelecidos na linguagem comum da profissão – são introduzidos a uma nova geração de cientistas por uma geração que já aprendeu seu uso” (KUHN, 1993, p. 534, grifos do autor).

Frente a uma gama variada de concepções e papéis atribuídos à metáfora no âmbito científico, Palma (2015a, p. 40) propõe considerar que “boa parte dos processos de constituição do conhecimento científico opera pela apropriação, legitimação, abandono, descarte ou recuperação de [metáforas epistêmicas] disponíveis em um determinado momento [histórico]”.

### **III. Modelos, analogias e metáforas**

Nesta seção buscaremos estabelecer uma pequena referencialidade teórica sobre modelos, analogias e metáforas nas ciências, a fim de localizar a noção hipótese da ME no referido contexto.

Atualmente não é tarefa fácil demarcar limites de distinção ou mesmo estabelecer relações entre modelos, analogias e metáforas, tendo em vista que estes temas atravessam inúmeros campos de estudos, constituindo um cenário bastante amplo, polissêmico e controverso.

Os estudos filosóficos sobre o papel dos modelos na ciência datam do século XIX, contexto no qual o uso de modelos como parte da metodologia científica foi amplamente abordado por L. Boltzmann, incluindo a publicação do verbete *Model* na Enciclopédia Britânica em 1902 (SILVA; CATELLI, 2019; VIDEIRA, 2013).

A despeito de uma variada gama de definições e especificidades, a ideia central que traduz a concepção de modelo científico é que este consiste em uma descrição interpretativa de objetos e/ou processos de interesse da ciência, seja de caráter material (modelos em escala: maquetes de DNA, moléculas, da Terra ou planetas, etc.) ou abstrato (modelos teóricos: do átomo de hidrogênio, do núcleo atômico, Big Bang, Modelo Padrão, etc.), tendo por finalidade possibilitar a percepção e compreensão de alguma fenomenologia, segundo métodos e critérios de um dado campo científico (BAILER-JONES, 2002). Em outros termos, “um modelo é um análogo não linguístico. Diz-se que um objeto ou estado de coisas é um modelo quando é visto em termos de sua relação com algum outro objeto ou estado de coisas” (MARTIN; HARRÉ, 1982, p. 100).

A maioria dos modelos científicos é altamente teórico, isto é, apoia-se em ideias e conceitos abstratos; em alguns campos científicos o uso de formalismos matemáticos torna-se recorrente. Além do caráter constitutivo, os formalismos empregados destinam-se também a dar informação e permitir interpretá-la, ou seja, um modelo científico é também um meio de comunicar conhecimento entre indivíduos especializados; conseqüentemente, o valor de um modelo reside em sua capacidade de fornecer um meio de interpretação para os dados empíricos de um fenômeno (BAILER-JONES, 2002).

Na elaboração de modelos estão envolvidas idealizações, simplificações ou mesmo analogias com descrições interpretativas já conhecidas para outros objetos ou processos, restringindo a descrição aos aspectos específicos de interesse e descartando outros, considerados como menos relevantes. Assim, os modelos envolvem apenas descrições parciais, isto é, não correspondem integralmente aos objetos ou processos que objetivam descrever (BAILER-JONES, 2002).

Diante da vasta diversidade de modelos na ciência, é notório que alguns modelos sejam metafóricos ou dependam de analogias (DUTRA, 2013). A percepção de modelos como metáforas ou analogias – como ocorre em Black (1962) e Hesse (1963), respectivamente –, dão sustentação ao caráter constitutivo e insubstituível dos modelos metafóricos e das analogias, ou seja, estes objetos são mais do que dispositivos heurísticos (BAILER-JONES, 2002).

O potencial criativo das analogias na produção do conhecimento científico pode ser verificado em vários episódios, como nos casos de W. Harvey, ao propor a circulação sanguínea no corpo humano por meio de um coração bomba (DELIZOICOV; CARNEIRO; DELIZOICOV, 2004), de J. C. Maxwell, ao propor o uso da hidrodinâmica para matematizar os fenômenos elétricos e magnéticos (ABRANTES, 1988) e de A. Einstein que, ao pautar-se em conceitos como entropia e flutuações de energia em sistemas gasosos, ofereceu uma perspectiva inovadora acerca da “estrutura de partículas da radiação e a natureza dual (partícula e onda) da luz e da matéria” (GINGRAS, 2015, p. 530).

A analogia pode ser entendida como um meio de evidenciar relações de semelhança entre dois domínios diferentes (DUIT, 1991) – elétrons em relação ao núcleo atômico como planetas em relação ao Sol. Assim, a analogia diz respeito a uma relação entre coisas ou processos, ao passo que um modelo é uma descrição de coisas ou processos.

Hesse (1963) distingue dois tipos de analogia: formal e material. Uma analogia formal implica em relações estruturais entre dois domínios comparáveis (elétrons e planetas sujeitos a uma força central atrativa), o que não implica necessariamente em uma analogia material, isto é, os domínios podem não compartilhar os mesmos atributos (elétrons e planetas diferem substancialmente em seus atributos). Analogias formais podem fazer referência a fenômenos ou aos tratamentos teóricos do fenômeno. De acordo com Bailer-Jones (2002), para Hesse os modelos científicos são análogos aos aspectos do mundo real que se intenciona descrever, o que evidencia o caráter constitutivo e cognitivo das analogias (nos termos de

Hesse) para o conhecimento científico (BAILER-JONES, 2002).

Alguns autores defendem que o uso frequente de analogias na ciência decorre do suporte que elas dão à função explicativa dos modelos. Por outro lado, reconhecer o papel das analogias na formulação dos modelos científicos não implica que todos os modelos sejam originados de analogias, tampouco que modelos não se desenvolvam para além das analogias que os originaram. De todo modo, cabe ressaltar que as analogias constituem uma das estratégias cognitivas para a descoberta criativa que originam os modelos científicos; podem operar como catalisadores no processo de modelagem (BAILER-JONES, 2002).

A metáfora é uma expressão linguística, na qual uma parte desta expressão, que possui significado bem definido em um dado domínio, é transferida para outro domínio, produzindo assim novos significados para o termo (ou ideia) transferido (TURBAYNE, 1974). A metáfora também é empregada com o propósito de significar algo novo ou mesmo criar uma nova terminologia científica (árvore genealógica, buraco negro, quark), sobretudo para iniciantes em alguma especialidade científica, no contexto da qual aquela terminologia já possuía um significado estabelecido (KUHN, 1993; PULACZEWSKA, 2010).

Segundo Aristóteles (ARISTÓTELES, 1994, p. 134), uma metáfora “consiste no transportar para uma coisa o nome de outra, ou do gênero para a espécie, ou da espécie para o gênero, ou da espécie de uma para a espécie de outra, *ou por analogia*” (grifo nosso). Sob esta perspectiva, a analogia é uma das formas de elaborar metáforas, isto é, uma analogia é um caso particular de metáfora.

De acordo com Duit (1991), perspectivas mais recentes consideram que a metáfora consiste em uma comparação entre dois domínios, sem que tais comparações sejam feitas explicitamente, enquanto que nas analogias, as comparações são explicitamente colocadas – pode-se, inclusive, falar que analogias são simétricas, no sentido de que sempre há correspondências explícitas entre os dois domínios envolvidos na comparação.

Sobre este aspecto em particular, gostaríamos de pontuar que o alegado caráter explícito das relações em uma analogia não está prontamente disponível. As relações tornam-se explícitas a partir de uma construção – por exemplo, as relações decorrentes da analogia entre os fluídos e o eletromagnetismo não existiam até o trabalho de Maxwell (ABRANTES, 1988). Assim, tal como as metáforas, analogias podem criar novidades conceituais. Parece-nos, contudo, que as analogias na ciência se beneficiam de manter a distinção entre os domínios envolvidos, sem fundi-los propriamente, como ocorrem com as Metáforas Epistêmicas de Palma, e tal distinção contribui para manter explícitas as relações entre os domínios envolvidos. Além disso, uma das potencialidades de uma analogia parece justamente residir na manutenção deste estado, ou seja, de manter nítidas as relações e a separação entre os domínios. As analogias não morrem, ao passo que o caráter metafórico de uma ME exitosa se apaga. Adicionalmente, há casos em que não há nenhum sistema análogo disponível – como ocorre com o conceito de spin do elétron (EISBERG; RESNICK, 1985) –, situações nas quais o uso de metáforas pode desempenhar algum papel.

Por exemplo, no contexto da Velha Mecânica Quântica, o ponto de partida foi o modelo planetário para o átomo, não como figura de pensamento ou por similaridades reais, mas por tratar-se de objetos materiais sujeitos à ação de forças centrais. Assim, a semelhança deve-se ao caráter atrativo decorrente de uma força que varia com o inverso do quadrado da distância. O modelo de Bohr para o átomo é um modelo metafórico, pois se sabe que uma série de propriedades físicas (atração entre cargas elétricas e irradiação por uma carga acelerada) não são aplicáveis ao movimento planetário. Adicionalmente, não há um análogo clássico para o elétron que orbita o núcleo atômico, visto que aqui não ocorre emissão de radiação, tal como previsto pelo eletromagnetismo clássico. Para contornar esta dificuldade Bohr recorre à quantização do momento angular, associando aspectos da teoria de Planck do corpo negro com certos aspectos da teoria eletromagnética, produzindo assim uma novidade conceitual, o átomo de Bohr, cuja descrição é semiclássica. Os postulados de Bohr, referentes ao seu modelo atômico, evidenciam a impossibilidade da metáfora planetária se tornar uma analogia científica para o átomo.

A noção de Metáfora Epistêmica de Palma, mais do que comparações implícitas, implica na fusão de dois domínios (ou parte deles), de modo a criar um novo domínio, uma nova ideia com novos significados. Há, portanto, um terceiro objeto, uma novidade conceitual:

*[...] os primeiros a assinalarem que o universo é uma máquina, que a sociedade é um organismo e que há um código genético, claramente puseram em bissociação âmbitos diferentes; mas a partir de então, o universo começou a ser uma máquina, a sociedade um organismo e os genes passaram a conter um código. Esta é, possivelmente, a maior diferença entre as Metáforas Epistêmicas e os outros tipos de metáforas (PALMA, 2015, p. 34).*

De acordo com Black (1993), é possível atribuir a certas metáforas uma função cognitiva legítima, sobretudo quando elas geram novos conhecimentos e *insights*, já que inauguram novas relações entre os assuntos presentes no enunciado metafórico, o que leva a considerar que as metáforas estimulam respostas criativas que não se manifestam no uso da linguagem literal.

A despeito da problemática relacionada à questão da dualidade literal metafórico (DAVIDSON, 1978), importa destacar a posição assumida por Palma: “as metáforas utilizadas pelos cientistas dizem algo por si mesmas, e não como meras subsidiárias de outras expressões consideradas literais e, portanto, têm uma função cognitiva e epistêmica legítima e, sobretudo, insubstituível” (PALMA, 2015a, p. 16).

Tal posicionamento é reforçado pela cristalização de significado que algumas metáforas adquirem com o tempo, as quais nos exigem, inclusive, algum esforço para reconhecê-las como metáforas (corrente elétrica, campo elétrico, salto quântico); tratam-se de metáforas mortas (TURBAYNE, 1974), isto é, já as consideramos como expressões literais, pois seus significados já são estáveis e precisos no contexto científico em que são

empregadas, isto é, já se tornaram “a única expressão para o que elas descrevem” (BAILER-JONES, 2002, p. 115). Estas metáforas já não possuem uma margem interpretativa aberta, mas ao contrário, possuem um significado bastante restrito e preciso, visto que os literais originais, associados metaforicamente, assumem um novo sentido no contexto pós-metafórico (HESSE, 1963).

Assumir a relação entre analogia e metáfora conduz à afirmação de que os modelos científicos podem ser vistos como metáforas, ao menos nos casos em que a analogia é explorada para estruturar um modelo (por exemplo, na analogia entre uma gota líquida e um núcleo atômico). A ideia de que modelos científicos são metáforas é inaugurada por Black (1962) e aprofundada por Hesse (1963). Naturalmente, a percepção de modelos científicos como metáforas depende diretamente da noção de metáfora considerada, bem como da forma que se dá a relação entre analogia e a referida concepção de metáfora (BAILER-JONES, 2002).

Para alguns autores, modelos e metáforas cumprem papéis diferentes no contexto científico. No caso das metáforas, estas teriam um importante papel na criação de novas expressões com significados científicos bastante específicos, cujo intuito é preencher as lacunas na linguagem científica ordinária (KUHN, 1993; PULACZEWSKA, 2010). Este papel das metáforas está relacionado com a concepção de que se um sistema físico conhecido é empregado na descrição de outro sistema, onde o primeiro está sendo tomado como um modelo para o segundo – a imagem de um fluido para explicar a eletricidade –. Nestes casos, o surgimento de novas expressões pode incorrer no uso de uma linguagem metafórica referenciada no sistema tomado como modelo – fluxo de energia elétrica, corrente elétrica, etc. – (MARTIN; HARRÉ, 1982). Assim, embora a descrição da eletricidade a partir de aspectos dos fluidos seja uma analogia, os novos termos criados, as novas expressões, apresentam um caráter metafórico, apesar de serem atualmente empregadas com naturalidade pelos especialistas.

Por outro lado, certas perspectivas consideram que modelos científicos são metáforas e neste caso pressupõe-se que as metáforas em questão guardam alguma relação com as ideias de Black (1962), na qual as metáforas carregam, de algum modo, processos cognitivos. Tal concepção leva em conta a possibilidade de compreensão por similaridade, permitindo explorar um domínio desconhecido a partir das relações estabelecidas por meio da metáfora, mas não sem ser confrontado com a realidade empírica e com os critérios de validação científicos (BAILER-JONES, 2002).

Segundo Martin e Harré (1982), o uso de metáforas na ciência leva diretamente a duas questões: como as metáforas operam? e por que as metáforas são necessárias? Não obstante a relevância e importância de tais questionamentos, o objetivo de Palma (2015a) é deslocar a problemática das metáforas na ciência para um campo mais pragmático, mediante um novo questionamento: o que ocorre quando uma metáfora é proferida em um contexto científico? Desse modo, Palma intenciona pôr em evidência uma gama de implicações –

conceituais, sociológicas, culturais, epistêmicas, etc. – decorrente do uso de metáforas científicas.

Apesar de estar interessado nos efeitos que as metáforas podem desencadear – desde sua elaboração, comunicação, validação e aceitação –, Palma irá propor um mecanismo para as metáforas, subjacente às práticas científicas, sugerindo assim a hipótese da Metáfora Epistêmica (PALMA, 2015b). Em linhas gerais, um processo de ME é desencadeado sempre que se recorre à junção de ideias pertencentes a domínios conceituais e/ou empíricos distintos e já conhecidos, buscando com isso interpretar e descrever um quadro fenomenológico ainda não compreendido; seja por meio de modelos ou analogias, estas ações são consideradas por Palma como metafóricas, ainda que em linhas gerais, e o que importa não é o mecanismo que repousa na origem destas ações (se psicológico, neurológico, científico metodológico, etc.) mas sim quais são os compromissos assumidos pela comunidade científica – lógicos, formais, filosóficos, epistêmicos, culturais, etc. – que levam a aceitação de uma determinada ME em detrimento de outras (PALMA, 2015a).

Assim, a despeito das diferentes concepções que se tenha para modelos, analogias e metáforas, suas possíveis (inter)relações, bem como acerca dos papéis que lhes são atribuídos em contextos científicos, Palma (2015a) considera que certas características dos modelos científicos podem ser atribuídas à noção de ME – tais como: um aparato conceitual que se aplica exitosamente na descrição e interpretação de certos âmbitos empíricos; uma representação cuja objetividade científica decorre de uma aceitabilidade coletiva, uma representação que não requer ser verdadeira mas sim adequada em seu objetivo de descrever certos domínios fenomenológicos; uma representação intencional, para um sujeito social regido por padrões estabelecidos pela comunidade científica, dinâmicos e historicamente determinados.

De acordo com Palma (2015a, p. 22), tradicionalmente, se distingue analogia de metáfora considerando que a primeira “refere-se à atividades mais ligadas à comparação racional e com finalidade cognitiva”, enquanto que a metáfora “refere-se mais à criatividade literária, ao subjetivo e ao emocional”.

A pouca atenção destinada por Palma à possíveis relações/comparações entre sua noção de ME e os conceitos de modelos e analogias em âmbito científico, decorre essencialmente dos objetivos pretendidos pelo autor. Tais objetivos voltam-se para os efeitos desencadeados quando uma ME é proferida. Assim, Palma está interessado nas condições empíricas, teóricas, sociais, culturais, em suma, o estado do conhecimento em um dado momento histórico, que implicam na proposição, validação e aceitação de uma dada ME em detrimento de outras.

A propósito, é neste sentido que o objeto metafórico de Palma é epistêmico. Toda ME traz consigo aspirações científicas, isto é, elas estão comprometidas com valores lógicos, formais, filosóficos, estéticos, culturais, etc., que além de buscarem validação e aprovação frente ao escrutínio científico, desencadeiam manifestações de aceitação e rejeição quando

são proferidas. Em suma, são proposições conceituais que devem atender aos rigores científicos e carregam consigo valores e concepções de mundo. Uma ME exitosa é, em última instância, um processo que apresenta historicidade; encapsulam episódios científicos de produção de conhecimentos. Desse modo, os episódios científicos relacionados à proposição de modelos ou analogias podem ser tomados como processos de ME, nos termos de Palma (2015a). Dito de outro modo, apesar das especificidades da noção de ME, a proposição de Palma é suficientemente geral para contemplar os modelos e as analogias presentes na ciência, sem a necessidade de uma clara distinção entre estas noções.

Por fim, destacamos que o mecanismo por trás da noção de ME consiste na articulação entre os conceitos de bissociação (KOESTLER, 2014) e literalização (TURBAYNE, 1974), sobre os quais discorreremos adiante.

#### **IV. Pressupostos fundamentais da metáfora epistêmica**

A noção hipótese da ME é originalmente proposta por Hector Palma em sua obra *Ciencia y metáforas: crítica de una razon incestuosa*, publicada em 2015 – (PALMA, 2015a). O esforço de Palma em estabelecer um papel epistêmico para as metáforas não implica em abrir mão de certas especificidades do conhecimento científico; não se trata, portanto, de um meio para equiparar a ciência a outras práticas discursivas, como pretendido por uma parte dos estudos sobre a ciência nas últimas décadas, “algumas versões retóricas/irracionistas/pós-modernistas da moda que contribuíram para obscurecer a especificidade da ciência, incluindo-a em um conjunto heterogêneo de saberes e práticas discursivas” (PALMA, 2005, p. 47).

Palma não nega que haja aspectos estéticos e retóricos envolvidos com o uso das metáforas. Contudo, para ele, estas qualidades constituem uma questão secundária. Do contrário, são as funções cognoscitivas e epistêmicas que serão por ele colocadas em primeiro plano (PALMA, 2015a). Mais importante que o mecanismo por trás de uma ME – Palma propõe um – são seus efeitos desencadeados pela proposição de uma ME que constituem o objetivo principal.

A noção hipótese da ME estende o papel das metáforas para além dos contextos comunicativo, didático e heurístico, relacionados aos saberes científicos. Elas desempenham também um papel único e insubstituível na produção e justificação de conhecimentos científicos, sem, contudo, incorrer em uma literaturalização da linguagem científica, isto é, sem considerar que a linguagem científica, para “além de certos rituais e particularidades instrumentais, não se diferenciaria de outras atividades e linguagens sem uma referencialidade privilegiada ou rigorosa” (PALMA, 2015a, p. 16). A proposição da noção hipótese da ME não requer a revisão do estatuto epistêmico da ciência, mas sim do papel das metáforas no âmbito científico, ou seja, uma indagação e reivindicação de suas funções epistêmicas (PALMA, 2015a).

Adicionalmente, não se trata apenas de comunicar aquilo que poderia ser dito em uma linguagem científica neutra e precisa, acessível apenas aos especialistas. Uma ME cumpre um papel cognoscitivo e epistêmico, não apenas entre os cientistas, mas também na apropriação dos conhecimentos científicos. A proposta de Palma consiste em “analisar a natureza e a função das metáforas para entender o tipo de compromissos conceituais, intelectuais e epistemológicos que são assumidos quando as enunciamos e tirar proveito de suas potencialidades” (PALMA, 2009, p. 62).

Buscando estabelecer as funções cognoscitivas e epistêmicas da metáfora no campo científico, Palma (2009, 2015a) articula certos aspectos conceituais consolidados sobre o fenômeno metafórico oriundos da filosofia da linguagem, nos campos da semântica e da pragmática, dentre os quais: metáforas habilitam estruturar ideias abstratas a partir de ideias mais concretas ou familiares (LAKOFF, 1993); metáforas criam relações de similaridade onde antes não havia nenhuma, podendo, assim, criar novos significados (BLACK, 1955; RICOEUR, 1980); metáforas não são linguagens subsidiárias, no sentido de que não existe uma dualidade literal/metafórico; há, sim, duas linguagens em si mesmas, cada qual com suas vantagens, alcances e limitações (DAVIDSON, 1978; PALMA, 2015a; TURBAYNE, 1974); o contexto interpretativo tem implicações determinantes para que uma metáfora seja bem sucedida (DAVIDSON, 1978; PALMA, 2015a).

Além destes aspectos mais gerais, a noção hipótese da ME contempla também algumas particularidades em relação às metáforas literárias. As ME exitosas são metáforas que já não produzem mais qualquer tensão significativa, dado que sua origem como metáfora já não é perceptível – são metáforas mortas –; em função disto, quando estas metáforas são empregadas cientificamente, já não está disponível aos sujeitos uma linguagem própria, técnica e especializada a ser empregada no lugar das metáforas, ou seja, os cientistas necessitam destas metáforas para expressar seu conhecimento (PALMA, 2015a). Neste sentido, “as ME têm sua própria história na qual passam de metáfora viva para metáfora morta” (PALMA, 2015a, p. 30).

## **V. Caracterização conceitual da metáfora epistêmica**

A proposição de uma ME é demarcada pelo pano de fundo conceitual e experimental científicos, bem como pelo contexto social e cultural de uma época, ou seja, um contexto em que predomina uma determinada conformação científico cultural.

De um modo geral, a ME difere das metáforas literárias “não tanto nos mecanismos (psicológicos, neurológicos ou de qualquer outro tipo) que podem gerá-las, mas em sua função, em sua historicidade e em sua relação com a realidade” (PALMA, 2015b, p. 137), isto é, uma ME desempenha funções que não são puramente retóricas, como é o caso das metáforas literárias. Além disso, toda ME possui uma historicidade interna; ela é percebida em seu ato inaugural, mas seu caráter metafórico tende a se ocultar ao longo do tempo, na medida em que seu significado vai tornando-se preciso e estável – estes dois estágios,

proposição e estabilização, são respectivamente denominados por Palma como bissociação sincrônica e literalização diacrônica. Além disso, diferentemente das metáforas literárias, toda ME deve ter relação com a realidade, tal qual se espera de todo enunciado científico válido.

A enunciação de uma ME envolve não apenas palavras, mas também expressões, termos, grupos de termos ou sistema de enunciados, contemplando, assim, a expressão de ideias e conceitos na forma de equações ou imagens. Destaca-se também que toda ME é proferida com aspirações cognoscitivas epistêmicas, indicando, portanto, funções e compromissos bem específicos e fundamentais ao âmbito científico, diferentemente das metáforas literárias.

O ato inaugural de toda ME é estruturado a partir do conceito de bissociação, que consiste na junção de ideias pertencentes a diferentes universos de discurso. O fato de se tratar de um processo sincrônico indica que a associação metafórica dos domínios conceituais envolvidos é simultânea, isto é, temporalmente bem localizada.

O contexto no qual surge uma dada ME desempenha um papel determinante na sua proposição e no seu êxito. Este contexto se caracteriza, em parte, pelas práticas habituais e correntes em um dado campo científico, bem como pelas condições socioculturais vigentes em um dado período, uma vez que estes aspectos influenciam a constituição e validação da atividade científica e seus produtos.

Os processos de ME podem conduzir a uma substituição ou agregação de termos, grupos de termos ou sistemas de enunciados, bem como as práticas a eles associadas, alterando a conformação do contexto científico, ou seja, as ME podem alterar de algum modo o quadro teórico experimental.

A última etapa de toda ME consiste em sua literalização; trata-se de um processo diacrônico, ou seja, que se desenvolve ao longo do tempo. O termo literalização é aqui empregado para indicar que a novidade conceitual inaugurada com a bissociação tornou-se uma afirmação científica coerente, precisa e estável – coerente, porque atende aos critérios lógicos e/ou relaciona-se adequadamente à fenomenologia; precisa, porque tem os limites de sua significação bem estabelecidos e delimitados; estável, porque sua significação e aceitação foi acordada pela comunidade científica onde circula.

Importa destacar o papel atribuído à auditoria científica, em evitar que os limites inicialmente difusos de uma ME, levem a inconsistências lógicas e/ou formais (PALMA, 2015a). Por outro lado, as ME não atendem apenas a condições lógicas, mas também históricas, ou seja, “em cada época há um pequeno número de candidatos suficientemente legítimos às imagens da sociedade e do mundo” (PALMA, 2015a, p. 41).

De acordo com Palma (2015a), boa parte dos episódios científicos poderia ser considerada como um conjunto de decisões de aceitação ou rejeição de ME, tomadas por uma comunidade científica em resposta aos problemas e perguntas que derivam de um quadro teórico empírico estabelecido, em suma, a experiência disponível, que leva em conta aquilo que “em um dado momento determinado se considera evidência empírica, que é um conjunto

cujos limites não são definitivos nem claros; se trata, em suma, de uma base empírica relevante que se enriquece e reconfigura mediante novas ME” (PALMA, 2015a, p. 45).

As decisões de aceitação/rejeição apoiam-se no conjunto de teorias, conceitos e explicações, que embora apresentem certa margem de convencionalidade, posto que sejam válidos em um dado tempo e lugar, são racionais e objetivas porque “respondem às pautas e critérios que essa comunidade científica vem elaborando intersubjetivamente ao longo do tempo” (PALMA, 2015a, p. 45). Essas decisões carregam os compromissos cognoscitivos epistêmicos da comunidade em questão, já que com elas “se pretende descrever/explicar/compreender/predizer o mundo” (PALMA, 2015a, p. 45), sendo esta, uma característica específica do conhecimento científico, quando comparado a outras formas de conhecimento.

Em relação à experiência disponível, o qualificador disponível expressa não apenas as limitações humanas ou técnicas, afinal estas são superáveis, mas também as limitações impostas por critérios inerentes à atividade científica e “pela configuração, imanente à comunidade e aos discursos científicos atuais sobre o que é considerado um fato científico e suas condições” (PALMA, 2015a, p. 46, grifo do autor), afinal, os fatos científicos não estão simplesmente à disposição para serem detectados. Eles são o resultado de uma construção, com contornos teóricos, metodológicos e empíricos, portanto histórica, cujo ato fundacional é a sua percepção e aceitação como objeto cientificamente relevante. Desse modo, as limitações da experiência disponível podem estimular a proposição de ME, e estas, ao inaugurarem novos pontos de vista, estimulam novas interpretações de uma dada base empírica, enriquecendo e reconfigurando o quadro teórico metodológico.

## **VI. O conceito de bissociação**

O marco inaugural de toda ME está fundamentado no conceito de bissociação, originalmente proposto por A. Koestler, em sua obra *The Act of Creation*, publicada em 1964. Segundo Koestler (2014), a bissociação consiste na junção de dois universos de discursos, cada qual com lógicas de pensamento próprias – não raro incompatíveis –, até que alguém os faça convergir. Os universos de discurso, antes separados e não associados, passam a produzir uma lógica própria “e a inédita convergência produz uma mudança igualmente inédita na percepção de fatos que começam a ser percebidos e reorganizados segundo a nova lógica, produto de transferência metafórica” (PALMA, 2015b, p. 137).

Cada universo de discurso apresenta uma matriz de pensamento e comportamento. O termo matriz denota “habilidade, hábito ou destreza, qualquer padrão de comportamento ordenado governado por um código de regras fixas” (KOESTLER, 2014, p. 38).

No âmbito científico, uma matriz de pensamento e comportamento corresponde ao conjunto de hábitos e habilidades necessários ao exercício da atividade científica, isto é, um conjunto de ideias, pensamentos e práticas, validados e aceitos. O código consiste em um sistema lógico, formal e metodológico acerca de como a prática científica se realiza, se

estrutura, é representada e comunicada. No interior de uma matriz, o código controla o que pode ou não ser realizado; “o código é um persuasor invisível” (KOESTLER, 2014, p. 42).

O conjunto de técnicas, teorias, leis, teoremas, conceitos, equações, etc., constituem os membros da matriz; são artefatos imateriais, instrumentos de trabalho que são mobilizados para a resolução de problemas. Mesmo compartilhando uma determinada matriz de pensamento e de comportamento, seu código e seus membros, os sujeitos podem traçar diferentes estratégias para resolver um problema.

De um modo geral, a prática científica é realizada por sujeitos especializados na descrição/investigação de algum campo fenomenológico amplo e relativamente bem delimitado, em relação ao qual a resolução de problemas diz respeito a uma matriz de pensamento e comportamento, igualmente bem delimitada, com códigos, membros e estratégias bem específicas e estabelecidas.

Diante de um problema novo, para o qual a matriz não permita a elaboração de estratégias capazes de superar a problemática, não raro recorre-se à junção de elementos – códigos e membros – de matrizes distintas. Desse modo, quando elementos de duas matrizes até então desconectadas são empregados em conjunto para a resolução de um problema, que até então nenhuma matriz isoladamente fora capaz de solucionar, tem-se aí uma bissociação. É o que ocorre, por exemplo, quando Uhlenbeck e Goudsmit associam elementos do eletromagnetismo clássico e da relatividade restrita, para estruturar a ideia de elétron giratório com o intuito de interpretar alguns aspectos fenomenológicos dos espectros luminosos dos átomos alcalinos (UHLENBECK; GOUDSMIT, 1926). Vale destacar que o conceito de spin do elétron é emblemático, uma vez que se trata de uma noção para a qual não há nenhum análogo clássico (EISBERG; RESNICK, 1985) possível!

A dimensão epistêmica das metáforas de Palma está no âmbito da circulação destas metáforas, isto é, diz respeito aos compromissos epistêmicos assumidos pelos sujeitos na proposição, avaliação e uso das metáforas. É, portanto, uma dimensão externa ao mecanismo da ME, muito mais relacionada aos efeitos que ela causa. No entanto, há também uma dimensão epistêmica intrínseca, isto é, há aspectos epistêmicos na estrutura própria da ME, herdados da noção de bissociação.

## **VII. Aspectos epistêmicos do conceito de bissociação**

A prática científica, de acordo com Koestler (2014), se sujeita a um duplo controle. Por um lado, um código fixo de regras e por outro o emprego de estratégias relativamente flexíveis. A formação científica se dá pela assimilação de matrizes de pensamento e comportamento, seus membros, seus códigos e estratégias já existentes. De certo modo, a assimilação de uma matriz aguça e restringe a percepção dos sujeitos, no mesmo sentido que uma maçã é percebida de forma diferente por um pintor, um verdureiro e um biólogo.

A existência de controvérsias ao longo da história é “prova suficiente de que o mesmo *conjunto de dados* e até o mesmo *experimento crucial* podem ser interpretados de

mais de uma maneira” (KOESTLER, 2014, p. 240, grifos do autor). Koestler (2014) considera que os experimentos não devem ser tomados como veredictos finais, nem em favor nem contra uma teoria. Ressaltamos aqui que o termo destacado – *experimento crucial* – é muito mais relacionado à eloquência com a qual o autor escreve do que com suas concepções epistêmicas.

A iniciação de um indivíduo em uma especialidade científica requer o aprendizado dos conhecimentos teóricos e práticos, bem como seu uso articulado na solução de problemas. Implica, portanto, na aquisição de hábito. Embora estejam envolvidos graus de flexibilidade variados, hábitos inerentes a uma prática específica tendem a se tornar mais ou menos automatizadas. Com o tempo, rotinas estabelecidas em um ambiente monótono e restritivo irão apresentar limitações mediante novas problemáticas (KOESTLER, 2014).

Há dois modos de escapar destas rotinas automatizadas. Um deles ocorre durante os sonhos ou estados similares, nos quais o raciocínio lógico fica suspenso. O outro ocorre em um estado onde o raciocínio lógico mantém-se ativo. Tal estado “é sinalizado pelo flash espontâneo de *insight*, que mostra uma situação ou evento familiar sob uma nova luz e provoca uma nova resposta a ele” (KOESTLER, 2014, p. 45). Para Koestler, a bissociação é o ato de conectar matrizes de pensamento até então desconectadas.

O processo bissociativo, portanto, é fruto de um *insight* e resulta na conexão de duas matrizes por vezes incompatíveis, cujos hábitos, práticas e códigos rigidamente estabelecidos no interior de cada uma delas, impedia a percepção de uma possível articulação mútua. Com a suspensão momentânea das regras do jogo durante um *insight*, o processo bissociativo de duas matrizes distintas promove “sua  *fusão* em uma nova síntese intelectual” (KOESTLER, 2014, p. 45, grifo do autor).

Notemos que o papel criativo do sujeito durante os processos bissociativos envolve um ato que pode ser considerado não racional, qual seja a conexão entre matrizes consideradas incompatíveis. Contudo, o resultado deste processo estará inevitavelmente sujeito aos sistemas de controle e validação científicos, onde impera, dentre outros critérios de valor, a racionalidade. Deve-se salientar que a não racionalidade mencionada diz respeito ao ato bissociativo e não à estrutura das matrizes envolvidas; estas constituem dois sistemas de pensamento racionais até então independentes – o êxito de uma ME está diretamente relacionado com a superação das inconsistências decorrentes do processo bissociativo.

A síntese bissociativa é mais propensa ao êxito da descoberta científica quanto mais firmemente estabelecida e difundida for cada uma das matrizes, estas inseridas em uma cultura científica madura e propensa a realizar e explorar uma nova descoberta (KOESTLER, 2014). Para Koestler, portanto, as condições para a produção de conhecimentos científicos são dinâmicas e historicamente estabelecidas, dependendo também de certo nível de maturação, tanto das práticas científicas, quanto dos quadros teórico e empírico vigentes.

Cabe ainda destacar que a associação de matrizes é irreversível. “É por isso que as descobertas de ontem são os lugares comuns de hoje, e por que sempre nos maravilhamos

com o quão estúpidos éramos em não ver que o *pós factum* parece ser tão óbvio” (KOESTLER, 2014, p. 105).

A descoberta científica é, de acordo com Koestler (2014), emocionalmente neutra. Isto não implica, contudo, que a atividade científica seja apática. O que está em jogo é uma “mistura bem equilibrada e sublimada” (KOESTLER, 2014, p. 87) de curiosidade intelectual, ambição, competição e vaidade, que precisam ser contidas, já que os momentos de regozijo decorrem do lento e paciente processo da verificação científica objetiva. Notemos, portanto, que as interações sociais e aspectos emocionais estão presentes, bem como os dispositivos de controle exercidos pela verificação objetiva.

A visão de Koestler sobre os ciclos de conhecimento é particularmente interessante:

*Os avanços coletivos da ciência [...] mostram a mesma alternância entre erupções relativamente breves que levam à conquista de novas fronteiras e a longos períodos de consolidação. [...] no cenário histórico, a assimilação, consolidação, interpretação e elaboração de uma descoberta revolucionária podem continuar por gerações e até séculos. [...] e logo a revolução se transforma em uma nova ortodoxia [que se converte] em um sistema fechado de pensamento, pouco disposto ou incapaz de assimilar novos dados empíricos ou de se ajustar a mudanças significativas em outros campos do conhecimento; mais cedo ou mais tarde a matriz é bloqueada, surge uma nova crise que leva a uma nova síntese e o ciclo recomeça* (KOESTLER, 2014, p. 225).

Conforme exposto, para o referido autor o progresso da ciência é descontínuo e não cumulativo. Tampouco é formado por descobertas individuais; do contrário, pela “evolução das matrizes coletivas da ciência” (KOESTLER, 2014, p. 227).

Uma análise acerca de aspectos epistêmicos presentes nas concepções de Koestler estaria além do escopo deste trabalho. Contudo, consideramos que a exposição feita nesta seção seja suficiente para evidenciar alguns dos aspectos epistêmicos inerentes à noção hipótese da ME, herdados do conceito de bissociação de Koestler.

## **VIII. O processo de literalização**

A proposição de uma ME ocorre em um dado momento de uma história já em curso, da qual o seu surgimento passa a fazer parte. No entanto, há também uma historicidade estrutural, uma história própria, interna, que diferencia as ME das metáforas literárias e retóricas (PALMA, 2015a).

A historicidade estrutural a que Palma se refere diz respeito ao processo que se inicia após a bissociação, quando então a novidade conceitual é submetida aos critérios de validação do escrutínio científico. Uma vez exitosa, com o passar do tempo a nova ideia torna-se naturalizada, seus traços metafóricos já não são percebidos, e neste sentido, o novo conhecimento passa a apresentar uma significação precisa e estável.

Assim, “quando lexicalizada ou literalizada, a metáfora deixa de ser uma metáfora viva para ser uma metáfora morta” (PALMA, 2015a, p. 33). Este apagamento das origens metafóricas de uma metáfora científica, nos termos de Palma, é a grande diferença – e que implica em outras diferenças importantes – entre uma ME e as metáforas literárias.

O processo de literalização de uma metáfora apoia-se nas ideias de C. M. Turbayne, publicadas em sua obra *The myth of metaphor*, de 1962, segundo o qual as metáforas tendem, com o passar do tempo, a serem tomadas em um sentido literal (TURBAYNE, 1974). Convém destacar que a aquisição de um significado relativamente estável por uma metáfora é também sustentada por outros autores – como Davidson (1978), Lakoff e Johnson (2017), Ricoeur (1980) – e o processo de literalização da ME é também sustentado por Palma a partir do problema da indeterminação da tradução de W. Quine (PALMA, 2015a).

Com Turbayne, o conceito aristotélico de metáfora tem seu alcance estendido, passando a abranger uma ampla variedade de signos, permitindo, por exemplo, “que os modelos físicos específicos de especialistas em ciências aplicadas sejam classificados [...] como metáforas” (TURBAYNE, 1974, p. 25), incluindo também outros signos empregados nas linguagens próprias das ciências, como teorias, conceitos, noções, etc. (PALMA, 2015a), o que inclui a linguagem matemática, indispensável ao processo de produção, representação e comunicação de conhecimentos em certos campos científicos.

Se por um lado Turbayne amplia o alcance da metáfora aristotélica, incluindo uma ampla variedade de signos, por outro ele o restringe, removendo as situações onde um signo seria empregado em sentido figurado, alegando que dentre os possíveis sentidos que um termo possa ter, a nenhum deles pode-se atribuir o monopólio do sentido literal (TURBAYNE, 1974). Para este autor o tropo – uso de uma palavra em sentido figurado – não necessariamente caracteriza uma metáfora, isto é, “qualquer tropo pode atingir a plena condição de metáfora, mas somente se aquele que o usa fundir os dois sentidos, fingindo que há apenas um sentido” (TURBAYNE, 1974, p. 31). Assim, para um sujeito não iniciado pode não haver metáfora na *substância* de Aristóteles ou na *máquina da natureza* de Descartes. Do contrário para os sujeitos iniciados, atentos tanto aos significados originalmente estabelecidos nos contextos do pensamento aristotélico e cartesiano, quanto aos outros possíveis sentidos literais, os mesmos podem ser percebidos como metáforas.

O significado de substância para o sujeito já iniciado na doutrina aristotélica é diferente, mas não deixa de ser também um significado literal, isto é, demarcado, preciso, estabilizado dentro de um dado contexto. Há dois sentidos literais porque há dois contextos de significação. Tanto o sujeito não iniciado quanto o sujeito especializado dispõem de um significado literal para o termo substância, mas somente aquele que for capaz de transitar pelos dois contextos – leigo e especializado – poderá perceber a metáfora, ou seja, não existem metáforas *per se* (TURBAYNE, 1974). Assim, a questão que C. Turbayne procura responder é: como uma proposição metafórica converte-se em significado literal?

De acordo com Turbayne (1974), o primeiro momento de uma metáfora consiste na

percepção de uma inadequação no emprego de um signo com sentido diferente daquele usualmente utilizado. Aquele que não é um iniciado em Descartes e ouve pela primeira vez que o homem é uma máquina percebe de súbito uma inadequação, pois a relação homem/máquina é, para ele, contra o convencional. Mas tão logo se percebem aspectos em comum – um complexo sistema de alavancas capaz de transformar energia – tem-se uma nova percepção, a do corpo humano, visto como se fosse uma máquina. A partir desta nova percepção, começa a emergir um novo conceito, o de homem máquina – um cruzamento de espécies – e a metáfora entra, assim, na segunda etapa de sua vida: o êxito.

O que antes era visto como inadequado é agora relativamente aceito. Ao viabilizar uma nova percepção, com o passar do tempo o conceito homem máquina terá seu significado gradativamente estabilizado e se permitirá um novo sentido para o termo homem, um novo literal válido. Segue-se daí o último estágio, a transição de uma metáfora viva para uma metáfora morta ou oculta. O período compreendido entre o “momento em que a metáfora é inadequada e o momento de seu triunfo é breve, comparado ao período infinitamente longo em que a metáfora é aceita como um lugar comum” (TURBAYNE, 1974, p. 39).

O processo de ocultação da metáfora, sustentado por Turbayne, é incorporado à noção hipótese da ME, correspondendo a sua literalização (PALMA, 2015a), isto é, a validação, significação e estabilização da novidade conceitual inaugurada pela bissociação.

Vale lembrar que a validação de novos conhecimentos científicos consiste em um ritual complexo e rigoroso. Neste sentido, toda ME estará sujeita ao escrutínio científico, ou seja, deverá satisfazer os critérios estabelecidos pelas comunidades nas quais surgem e circulam; “uma má metáfora científica não será capaz de responder aos padrões de avaliação exigidos, pelo menos não por muito tempo, e será abandonada” (PALMA, 2015b, p. 45).

## **IX. Tipos de metáforas epistêmicas**

As metáforas científicas de Palma – ME – não constituem categorias rígidas nem *a priori*, tampouco claramente identificáveis, sob as quais seja possível enquadrar os processos históricos da ciência. Ao contrário, podem assumir variadas formas ou níveis. Mesmo sem a intenção de esgotar as possibilidades, Palma (2015) sugere uma classificação.

As grandes metáforas: referem-se aos amplos sistemas de pensamento que podem tomar a forma de suposições metafísicas, como é o caso da *physis* grega, o mecanicismo do século XVII e o evolucionismo do século XIX. Estas metáforas atravessam diferentes campos de saber – científico, cultural, artístico, filosófico, literário, etc. –, nutrindo-os com elementos fundamentais que permeiam toda a produção de conhecimento destes campos, podendo até mesmo inaugurar verdadeiros estilos, pois costumam se alinhar com os traços epistêmicos e metodológicos dos referidos campos (PALMA, 2015a).

As metáforas de interação entre campos científicos: dizem respeito ao “uso metafórico de teorias, conceitos e modelos que passam de uma área específica da ciência para outra, em princípio diferentes” (PALMA, 2015a, p. 153) e permitem compreender como estas

duas áreas se influenciam mutuamente. De acordo com Palma (2015a), nos últimos três séculos a Física e a Biologia foram os principais campos científicos provedores de metáforas para outras áreas, como por exemplo, o desenvolvimento de teorias sociais e econômicas baseadas nas leis de Newton e o uso de metáforas biológicas para descrever aspectos constituintes e funcionais da sociedade.

As metáforas provenientes da cultura: não envolvam o fluxo de conceitos ou teorias de um campo científico para outro, mas sim, de metáforas e analogias que operam restritivamente no interior de corpos teóricos e cujas origens estão associadas ao senso comum e ao imaginário cultural, tais como “a árvore da vida, a mão invisível do mercado ou da economia, etc.” (PALMA, 2015a, p. 47). Trata-se de metáforas pouco efetivas, cuja presença é rapidamente percebida e cumprem o papel retórico, didático e estilístico, tradicionalmente atribuído às metáforas.

O uso didático das metáforas contempla a formação de cientistas, a educação básica e a divulgação científica. Nestes campos, “com toda a legitimidade, escorregam sob o eufemismo da transposição didática” (PALMA, 2015a, p. 239). Na formação científica – e por vezes na educação básica – estas metáforas coincidem com as metáforas geradas e utilizadas pelos cientistas. Embora as situações de divulgação e ensino sejam diferentes em muitos aspectos, em todos estes casos o uso de ME contribui para formar e/ou reforçar percepções culturais do mundo e sobre a ciência (PALMA, 2015a).

No âmbito da divulgação científica, quase todas as metáforas empregadas correspondem àquelas próprias dos cientistas e algumas poucas surgem e firmam-se exclusivamente no âmbito jornalístico. Apesar de não repercutirem nos conhecimentos científicos, as metáforas da divulgação científica apresentam um valor cognitivo, mesmo produzindo notórios equívocos, uma vez que contribuem de algum modo para formar a opinião pública acerca da atividade científica e seu papel na sociedade moderna (PALMA, 2015a).

Destaca-se aqui o argumento comumente empregado de que o jornalismo distorce o conteúdo científico. Mesmo que isso ocorra em certos casos, tal consideração não é aqui reivindicada por duas razões: as metáforas utilizadas normalmente são aquelas mesmas que circulam no âmbito científico; são produzidas por cientistas, não por jornalistas. Além disso, a produção de sentido pelo leitor está restrita à informação divulgada; são leitores não especializados, que não buscam as fontes científicas para corroborar a informação divulgada (PALMA, 2015b).

De todo modo, no contexto da divulgação científica, essas metáforas podem implicar em um risco interpretativo e ganhar contornos ideológicos, como a máquina de Deus (CERN), a partícula de Deus (bóson de Higgs) ou sobre jogos que permitem ao jogador tornar-se um Deus, com poderes para projetar o DNA dos habitantes de uma sociedade que ele próprio deverá criar, desde sua a estrutura física como prédios, veículos, etc., e também a forma de governo (PALMA, 2015a).

## **X. Metáfora Epistêmica como uma noção hipótese em nível intracientífico: características e possibilidades**

Na seção anterior buscamos apresentar a taxonomia provisória sugerida por Palma para ilustrar alguns dos possíveis níveis de manifestação da noção hipótese da ME. Embora tenhamos feito uma exposição sem maiores detalhamentos, tomamos o cuidado de contemplar todos os tipos mencionados pelo autor. Notamos, contudo, a ausência de um tipo que nos parece muito evidente, a saber, as situações em que a metáfora epistêmica estaria pondo em relação elementos pertencentes a duas áreas de conhecimento distintas, mas que fazem parte de um mesmo campo científico. Estamos empregando a expressão “campo científico” para designar áreas de conhecimento que incluem as ciências naturais e da terra, isto é, os campos da Astronomia, Física, Química, Biologia e Geologia, bem como as áreas interdisciplinares derivadas destes campos, como a astrofísica, físico-química, biofísica, bioquímica, geofísica, geoquímica, etc.

Uma vez que as ME não possuem categorias a priori rigidamente estabelecidas, ao contrário, podem assumir variadas formas, níveis e alcances (PALMA, 2015a), consideramos pertinente a proposição de metáforas epistêmicas no interior de um dado campo científico, ou seja, em nível intracientífico.

Uma ME em nível intracientífico, ou simplesmente Metáfora Epistêmica Intracientífica (MEIC), é toda metáfora epistêmica que põem em bissociação elementos de diferentes ramos de estudo, mas inerentes a um mesmo campo de conhecimento científico. Os elementos podem ser teorias, leis, teoremas, conceitos, além de outros signos mais ou menos generalizáveis e suas respectivas formas de representação, características do campo científico em questão, como é o caso da linguagem matemática presente em certos campos científicos, mas não em todos.

Além disso, o processo de literalização, o qual confere aceitação e/ou rejeição às ME, bem como sua estabilização e precisão de significado, corresponderá justamente ao escrutínio científico, que embora apresente aspectos generalizáveis a todos os campos científicos, por certo apresentará também características particulares a depender do campo científico no qual se avalie uma dada MEIC.

Notemos que a proposição da noção de MEIC não implica em uma redefinição da noção de ME. O ponto importante aqui é atentar para as particularidades que esta noção pode adquirir quando estendida ao nível intracientífico e derivar daí potenciais contribuições para a compreensão do empreendimento científico e para ensino das ciências. A tarefa que decorre imediatamente é verificar a plausibilidade da hipótese da MEIC em um determinado campo científico.

Julgamos haver ao menos duas razões para considerarmos a pertinência das interações metafórico epistêmicas em nível intracientífico. Em primeiro lugar, embora a ME seja um conceito devidamente estruturado e fundamentado, considerá-lo no âmbito interno de um dado campo científico pode implicar em especificidades adicionais ou mesmo evidenciar

limitações do referido conceito, afinal, as categorias previamente estabelecidas e as referidas considerações e análises acerca das mesmas não explicitam o funcionamento das estruturas subjacentes à ME, ou seja, os processos de bissociação e lexicalização não são explicitamente apresentados por Palma (2009, 2015a).

Em segundo lugar, as ME possuem uma historicidade interna: têm a bissociação como marco inicial e a literalização como processo subsequente. Nesta última etapa, as ME estão sujeitas ao escrutínio científico e após este processo, havendo êxito, tornam-se ocultas de modo que apenas uma análise histórica acerca de sua formação pode evidenciar os processos que a originaram (PALMA, 2015a). A análise histórica dos processos de bissociação e literalização de uma ME torna explícita certas interconexões entre aspectos conceituais, históricos, filosóficos, epistêmicos, sociológicos e culturais relacionados à produção de conhecimentos científicos. Desse modo, as MEIC mostram-se como potenciais dispositivos analíticos, o que nos leva a considerar suas potencialidades investigativas no âmbito da filosofia da ciência e da educação científica. Vale ressaltar que uma investigação da plausibilidade da hipótese da MEIC e subsequente identificação de episódios da história da ciência como processos de MEIC pode levar à elaboração de episódios históricos de metáfora epistêmica, potencialmente ricos em aspectos conceituais, filosóficos, epistêmicos, etc.

Consideramos que as razões apresentadas justificam investigações acerca da plausibilidade da hipótese da MEIC, buscando estabelecer subsídios para que suas potencialidades sejam igualmente investigadas e devidamente exploradas. De acordo com Palma (2015, p. 257):

*A tarefa que fica, e que não é pequena [...] é analisar episódios da história da ciência de forma diacrônica, estabelecendo quão efetivamente tem havido disputas entre as metáforas candidatas e, principalmente, contra quais outras metáforas eles tiveram que competir para lograr o favor da comunidade científica de seu tempo.*

Conforme exposto, a verificação de plausibilidade da noção hipótese da MEIC deve ocorrer a partir de uma análise genealógica, referente à construção e estabilização de uma dada novidade conceitual, em um dado campo de conhecimento científico específico.

Consideramos como condição necessária e suficiente para validação da hipótese aqui considerada, que os aspectos conceituais que estruturam e caracterizam uma MEIC sejam evidenciados a partir de materiais historiográficos e/ou históricos. Em suma, a análise deverá evidenciar: os diferentes âmbitos de conhecimento postos em bissociação e as tensões daí decorrentes; as tensões impostas pelo quadro da experiência disponível; os critérios e as manifestações de aceitação/rejeição da comunidade científica, em resposta ao referido processo de bissociação; aspectos da reconfiguração do quadro da experiência disponível, decorrentes da novidade conceitual gerada pela MEIC; e por fim, os aspectos do processo de literalização, cuja consolidação dá-se pela estabilização e significação do conhecimento inaugurado pela MEIC.

## **XI. Considerações finais**

Neste trabalho apresentamos as características essenciais da noção hipótese da metáfora epistêmica, sua estrutura conceitual interna, suas condições de validação e significação e alguns níveis ou formas que ela pode assumir. Conforme expusemos, no âmbito científico o papel tradicionalmente atribuído às metáforas esteve relacionado com funções didáticas, metodológicas e heurísticas, e apenas recentemente foi reconhecida sua função constitutiva, subjacente e imprescindível à produção de conhecimentos científicos. Tal reconhecimento não implica, contudo, que todos os episódios de produção de conhecimentos científicos tenham em sua origem processos metafóricos nos termos de Palma. Neste contexto, a proposição da noção hipótese da ME reivindica a revisão do papel das metáforas na produção científica e não uma revisão epistêmica da ciência, tampouco uma literaturalização da mesma.

Destacamos dois aspectos que promoveram, ao longo do século XX, uma mudança de perspectiva acerca do papel das metáforas na produção de conhecimentos científicos. Primeiramente, que modelos, analogias e metáforas se tornaram objeto de estudos sistemáticos no âmbito da filosofia da linguagem e da filosofia da ciência. Adicionalmente, mudanças expressivas na percepção da atividade científica passaram a levar em conta não apenas os produtos da atividade científica, mas também os seus processos. Estes aspectos contribuíram para consolidar um cenário que, além de inaugural, foi também promotor e basilar para novas percepções acerca do fenômeno metafórico no campo científico.

Conforme expusemos, as metáforas epistêmicas podem se constituir em diferentes níveis, com alcances e limitações bastante variadas. Apresentamos brevemente a taxonomia provisória proposta por Palma com o intuito de evidenciar a ausência de metáforas epistêmicas que associam áreas de conhecimento distintas, mas pertencentes a um mesmo campo científico, propondo então a noção hipótese da Metáfora Epistêmica em nível intracientífica – MEIC. Salientamos que não se trata de uma redefinição da noção de ME, mas sim de considerá-la em um nível não abordado por Palma, não havendo, portanto, distinção conceitual entre ME e MEIC.

Buscamos destacar que a noção de ME vai além das concepções tradicionais de metáfora, uma vez que incorpora aspectos históricos, conceituais, filosóficos, epistêmicos, sociológicos e culturais da ciência. Por conta desta ampla abrangência, a noção de ME constitui-se em um potencial recurso analítico, didático e metodológico, isto é, um instrumento potencialmente útil para a análise de episódios da história da ciência objetivando a promoção de novas perspectivas acerca da compreensão do conhecimento científico, da natureza da ciência e para o ensino das ciências naturais. Assim, destacamos também a necessidade de verificação da plausibilidade da hipótese da ME, sobretudo em nível intracientífico.

## Referências bibliográficas

ABRANTES, P. C. C. A metodologia de J. C. Maxwell e o desenvolvimento da Teoria Eletromagnética. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. Edição Especial, p. 58-75, 1988.

AMIN, T. G. *et al.* Arrow of time: metaphorical construals of entropy and the second law of thermodynamics. **Science Education**, v. 96, n. 5, p. 818-848, set. 2012.

ARISTÓTELES. **Poética**. Tradução: Eudoro De Sousa. 4. ed. Maia: Imprensa Nacional Casa da Moeda, 1994.

ARRUDA, S. M. Metáforas na Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 1, p. 25-37, abr. 1993.

BAILER-JONES, D. M. Models, metaphors and analogies. Em: MACHAMER, P. K.; SILBERSTEIN, M. (Eds.). **The Blackwell guide to the philosophy of science**. Blackwell philosophy guides. Malden, Mass: Blackwell, 2002. p. 108-127.

BLACK, M. Metaphor. **Proceedings of the Aristotelian Society**, New Series, v. 5, p. 273-294, 1955.

BLACK, M. **Models and Metaphors**. New York, NY: Cornell University Press, 1962.

BLACK, M. More about metaphors. *In*: ORTONY, A. (Ed.). **Metaphor and thought**. 2. ed. Cambridge [England]; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1993. p. 19-41.

BOYD, R. Metaphor and theory change: what is “metaphor” a metaphor for? *In*: ORTONY, A. (Ed.). **Metaphor and thought**. 2. ed. Cambridge [England]; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1993. p. 481-532.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O uso de analogias e metáforas como recursos didáticos no ensino de física. **TED: Tecnó, Episteme y Didaxis**, n. 17, 11 out. 2005.

BROOKES, D. T.; ETKINA, E. Using conceptual metaphor and functional grammar to explore how language used in physics affects student learning. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 3, n. 1, p. 010105, 15 maio 2007.

CAVALCANTE, S.; FERREIRA, L. C.; GUALDA, R. Metáfora: diferentes perspectivas. **SCRIPTA**, v. 20, n. 40, p. 8-17, 2016.

CERONI, G. Exploring the use of metaphor in communication of contemporary physics. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 116, p. 1324-1332, fev. 2014.

CIAPUSCIO, G. E. De metáforas durmientes, endurecidas y nómades: un enfoque lingüístico de las metáforas en la comunicación de la ciencia. **Arbor**, v. 187, n. 747, p. 89-97, 28 fev. 2011.

DAVIDSON, D. What metaphors mean. **Critical Inquiry**, v. 5, n. 1, p. 31-47, 1978.

DELIZOICOV, N. C.; CARNEIRO, M. H. DA S.; DELIZOICOV, D. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 443-460, dez. 2004.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, nov. 1991.

DUTRA, L. H. DE A. **Pragmática de modelos**: natureza, estrutura e uso dos modelos científicos. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

EISBERG, R. M.; RESNICK, R. **Física quântica**: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. 23. ed. São Paulo: Campus, 1985.

GENTNER, D.; JEZIORSKI, M. The shift from metaphor to analogy in Western science. *In*: ORTONY, A. (Ed.) . **Metaphor and thought**. 2. ed. Cambridge [England] ; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1993. p. 532-550.

GIBBS, R. W. Cognitive linguistics and metaphor research: past successes, skeptical questions, future challenges. **DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, v. 22, n. spe, p. 1-20, 2006.

GINGRAS, Y. The Creative Power of Formal Analogies in Physics: The Case of Albert Einstein. **Science & Education**, v. 24, n. 5-6, p. 529-541, jul. 2015.

HESSE, M. **Models and Analogies in Science**. Indiana: University of Notre Dame Press, 1963.

KNUDSEN, S. Scientific metaphors going public. **Journal of Pragmatics**, v. 35, n. 8, p. 1247-1263, ago. 2003.

KOESTLER, A. **The act of creation**. London: Last Century Media, 2014.

KOPP, F. A.; ALMEIDA, V. D. Analogias e metáforas no ensino de Física Moderna apresentadas nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 69-98, 13 maio 2019.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1970.

KUHN, T. S. Metaphor in science. *In*: ORTONY, A. (Ed.). **Metaphor and thought**. 2. ed. Cambridge [England] ; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1993. p. 532-550.

LAKOFF, G. The contemporary theory of metaphor. *In*: ORTONY, A. (Ed.). **Metaphor and thought**. 2. ed. Cambridge [England] ; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1993. p. 202-251.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Metáforas de la vida cotidiana**. Madrid: Catedra, 2017.

LIMA, A. DE. A metáfora: da analogia à técnica de fusão de opostos. **Revista Investigações**, v. 18, n. 1, p. 9-40, 2005.

MACHADO, S. da S. L. **Implicações Culturais da Teoria Quântica: caminhos metafóricos e as apropriações indébitas**. 2017. 227 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARTIN, J.; HARRÉ, R. Metaphor in science. *In*: MIALL, D. S. (Ed.). **Metaphor, problems and perspectives**. Suxess: The Haervest Press, 1982. p. 89-105.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. DE (Eds.). **Analogias, leituras e modelos no ensino de ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

ORTONY, A. Metaphor, language, and thought. *In*: ORTONY, A. (Ed.). **Metaphor and thought**. 2. ed. Cambridge [England] ; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1993. p. 1-16.

PALMA, H. El desarrollo de las ciencias a través de las metáforas: un programa de investigación en estudios sobre la ciencia. **Revista CTS**, v. 20, n. 6, p. 45-65, dez. 2005.

PALMA, H. **Metáfora e modelos científicos: a linguagem no ensino de ciências**. São Paulo: Edições SM, 2009.

PALMA, H. **Ciencia y metáforas**: crítica de una razón incestuosa. Buenos Aires: Prometeu Libros, 2015a.

PALMA, H. Ciencia y metáforas: Los viejos ruidos ya no sirven para hablar. **Cuadernos de Neropsicología: Panamerican Journal of Neuropsychology**, v. 1, n. 9, p. 134-146, abr. 2015b.

PASCOLINI, A. Metafore e comunicazione scientifica. **JCOM**, v. 3, n. 1, p. 1-18, mar. 2004.

PULACZEWSKA, H. Metaphors, particles, terminology: from objectivist to cognitivist approach in physics and linguistics. *In*: WITCZAK-PLISIECKA, I. (Ed.). **Pragmatic Perspectives on Language and Linguistics: Pragmatics of Semantically-Restricted Domains**. New Castle: Cambridge Scholars Publishing, 2010. v. Iip. 377-391.

QUALE, A. The role of metaphor in scientific epistemology: a constructivist perspective and consequences for science education. **Science & Education**, v. 11, p. 443-457, 2002.

RICOEUR, P. **La metáfora viva**. Madrid: Ed. Europa, 1980.

SANTANA, F. B. Quantização da luz: as metáforas conceituais de Einstein e Infeld no contexto da divulgação científica. *In*: SILVA, H. C. DA (Ed.). **Ciência, Seus Textos e Linguagens: ensaios sobre circulação e textualização de conhecimentos científicos e matemáticos**. Curitiba: Editora CRV, 2019. p. 53-80.

SCHRÖDER, U. A. Da teoria cognitiva a uma teoria mais dinâmica, cultural e sociocognitiva da metáfora. **Alfa**, v. 52, n. 1, p. 39-56, 2008.

SCHRÖDER, U. A. Trinta anos da Teoria Conceptual da Metáfora: uma retrospectiva crítica. **Caderno de Estudos Linguísticos**, v. 53, n. 1, p. 59-71, 2011.

SHAPIN, S. **Nunca pura**: Estudos históricos da ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo e no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenham por credibilidade e autoridade. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

SHAPIRO, M. A. Analogies, visualization, and mental processing of science stories. **Annals of the International Communication Association**, v. 9, n. 1, p. 339-355, maio 1986.

SILVA, A. S. DA; LEITE, J. E. R. 35 anos de Teoria da Metáfora Conceptual: fundamentos, problemas e novos rumos. **Revista Investigações**, v. 28, n. 2, p. 1-23, 2015.

SILVA, F. S. DA; CATELLI, F. Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, p. 1-9, 2019.

SKORCZYNSKA, H. Metaphor and education: reaching business training goals through multimodal metaphor. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 116, p. 2344-2351, fev. 2014.

SOUZA SILVA, C. A. DE; MARTINS, M. I. Analogias e metáforas no livro didático de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 255-287, ago. 2010.

SPERANÇA-CRISCUOLO, A. C. A metáfora como recurso didático em textos de divulgação científica. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE METÁFORA, 2011, Porto Alegre. **Anais...**

TURBAYNE, C. M. **El mito de la metáfora**. Ciudad de México. Fondo del Cultura Económica, 1974.

UHLENBECK, G. E.; GOUDSMIT, S. Spinning electrons and the structure of spectrum. **Nature**, v. 117, n. 2938, p. 264-265, 1926.

VIDEIRA, A. A. P. Modelo: a noção síntese das concepções filosóficas de Boltzmann. **Scientiae Studia**, v. 11, n. 2, p. 373-380, jun. 2013.

ZAMPONI, G. De códigos e livros: a metáfora como estratégia no gênero de popularização da ciência. **Estudos Linguísticos**, v. 38, n. 3, p. 321-333, dez. 2009.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).