

MÉTODO INDUTIVO E ANALOGIAS: RELAÇÃO COM CONHECIMENTOS NOVOS

INDUCTIVE REASONING AND ANALOGIES: RELATIONSHIP WITH NEW KNOWLEDGE

Luciano Del Monaco*

RESUMO: Este artigo aborda os diferentes métodos de raciocínio (dedutivo e indutivo), com o intuito de analisar qual dos dois métodos é mais adequado à obtenção de informações novas (conhecimento e aprendizado), abordam-se suas características e aspectos lógicos. Posteriormente, é tratada a problemática da verdade como padrão de referência, e proposta sua substituição pela utilidade, por não possuir as mesmas dificuldades lógicas (tautologia e autorreferencialidade). O artigo propõe a utilização de analogias (e suas homologias) como método de obtenção de novos conhecimentos, sendo essas analogias modelizações construídas por via indutiva, que, ao revelarem pontos invariantes entre si, na estrutura de suas relações internas, permite a transposição de conhecimentos e conclusões teóricas para um outro modelo, descobrindo assim novos fenômenos ou novas interpretações e explicações para fenômenos já observados.

Palavras-chave: Método indutivo; Analogia; Sistemas; Modelo; Conhecimento.

ABSTRACT: This paper covers different methods of reasoning (deductive and inductive), with the intention of analyzing which method is more suitable to discover new information (knowledge and learning), it is discussed their characteristics and logical aspects. Afterwards, the issue of truth as a reference standard is also covered, in order to propose the utilization of utility as a standard, due to the fact that it does not possess the same logical difficulties (tautology and self-referentiality). This paper also proposes the utilization of analogies (and homologies) as methods of obtaining new knowledge, these analog models are constructed through inductive reasoning, that, by revealing invariant points in the structures of their internal relations, allows the transposition of knowledge and theoretical conclusions to other models, thus discovering new phenomena or newer interpretations and explanations about phenomena already observed.

Keywords: Inductive method; Analogy; Systems; Model; Knowledge.

* Mestrando em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Email: lucianomonaco@gmail.com

Introdução

Uma questão metodológica fundamental à filosofia e à ciência é a de como conhecemos algo, afinal de contas como podemos afirmar que A é A? O objetivo do presente artigo é propor e fundamentar a utilização do método indutivo como meio de obtenção de conhecimento e como mecanismo de "descoberta".

Para tanto é necessário apresentar tanto o método indutivo como o método dedutivo, ambos métodos de raciocínio que se propõem à obtenção da verdade. Posteriormente, será necessário, inclusive, ponderar sobre o papel da verdade como padrão de referência para decidir sobre qual dos dois métodos é apto (ou mais apto) a realizar a tarefa pretendida.

Por último, será observado o papel dos modelos e analogias como meio de obtenção de conhecimentos novos enquanto operacionalizações do pensamento indutivo (que poderá, inclusive, negar os modelos formulados).

1. A relação existente entre paradigmas e o método dedutivo

O conhecimento se agrega em corpos de conhecimento que podemos chamar de paradigmas, no sentido dado por Thomas Kuhn (1996, p. 10-175):

I shall henceforth refer to as 'paradigms', a term that relates closely to 'normal science'. By choosing it, I mean to suggest that some accepted examples of actual scientific practice — examples which include law, theory, application, and instrumentation together provide models from which spring particular coherent tradition of scientific research

(...)

That procedure quickly discloses that in much of the book the term 'paradigm' is used in two different senses. On the one hand, it stands for the entire constellation of beliefs, values, techniques, and so on shared by the members of a given community. On the other, it denotes one sort of element in that constellation the concrete puzzle-solution which, employed — as models or examples can replace explicit rule as a basis for the solution of the remaining puzzles of normal science. (grifos não presentes no original)

No presente artigo será utilizado o primeiro sentido de paradigma, nesse sentido um paradigma é um agregado de axiomas, padrões, crenças, etc — assim sendo, é possível falar de paradigmas sociais, políticos, etc. O conceito de Kuhn é útil para permitir a delimitação, com alguma concretude, do escopo que se pretende trabalhar, contudo, é necessário destacar que os paradigmas são sempre autorreferenciais, ou seja, tautológicos (KUHN, 1996, p.93):

Like the choice between competing political institutions, that between competing paradigms proves to be a choice between incompatible modes of community life. Because it has that character, the choice is not and cannot be determined merely by the evaluative procedures characteristics of normal science, for these depend in part upon a particular paradigm, and that paradigm is at issue. When paradigms enter, as they must, into a debate about paradigm choice, their role is necessarily circular. (grifos não presentes no original)

Ao expor o caráter circular dos paradigmas procura-se determinar uma característica muito importante do conhecimento (que é agregado no corpo do paradigma), ele não é capaz de produzir a si mesmo, no sentido de que um paradigma é incapaz de criar conhecimentos novos, ou seja, paradigmas não são capazes de se autoproduzir. Em linhas gerais, conhecimentos novos são aqueles que não estão previamente determinados no paradigma, são extrapolações e conclusões que partem dos paradigmas e atingem novas informações sobre os objetos, ou novas relações anteriormente não consideradas. Estabelecido esse conceito, passa-se à conjugação do conceito de paradigma ao método dedutivo.

O método dedutivo se caracteriza por ser um método no qual só se admite um argumento como válido se for impossível que sua conclusão seja falsa quando suas premissas são verdadeiras, o que o contrapõe ao método indutivo, conforme se exporá no próximo item. Para fins do presente artigo pode-se definir o método dedutivo da seguinte forma (SKYRMS, 2000, p. 17):

Definition 3: An argument is deductively valid if and only if it is impossible that its conclusion is false while its premises are true. (grifos não presentes no original)

A definição pode ser considerada trivial, no sentido de que no campo da lógica é a definição usual utilizada para o método dedutivo, convém, porém, procurar testar as consequências dessa definição. Para tanto se imagine um silogismo, que é um raciocínio dedutivo estruturado e formalmente correto.

Premissa Maior: Todos os homens são mortais.

Premissa Menor: João é um homem.

Conclusão: Logo, João é mortal.

Considerando-se a definição de método dedutivo o silogismo exposto acima é válido. Em outras palavras, o corpo de conhecimento descrito pelas premissas, como o fato de que os homens são mortais, e que João é mortal, e as conclusões extraídas, como a de que João é mortal, são válidas.

Nesse momento que reside um problema bastante grave, tende-se a afirmar a validade (verdade) da premissa pelo fato de que ela, ao ser formalizada (de forma dedutiva) se mostra como verdadeira. Observe-se que o paradigma, por ser autorreferencial, valida a si mesmo, tende-se a se supor que apenas pelo fato de que as premissas não contradizerem as conclusões

é que a conclusão obtida é verdadeira no sentido factual, ou seja, a conclusão é adequada à realidade.

Para demonstrar essa dificuldade basta um outro simples silogismo:

Premissa Maior: Os homens não são mamíferos.

Premissa Menor: João é um homem.

Conclusão: Logo, João não é um mamífero.

Esse silogismo também é válido, pois cumpre com os requisitos necessários de validade impostos pelo método dedutivo. Contudo, a premissa de que homens não são mamíferos é equivocada, o paradigma atualmente aceito na zoologia enquadra os humanos como mamíferos, seria absurdo concluir que um dado ser humano não é um mamífero.

Em síntese, e é esse elo que se pretende estabelecer entre paradigmas e o método dedutivo, um paradigma pode ser formalizado em um silogismo (ou qualquer outra forma de pensamento dedutivo), contudo o método dedutivo é incapaz de atestar se o paradigma é factualmente verdadeiro (se as premissas e conclusões são adequadas à realidade). Isso se dá pelo fato de o raciocínio dedutivo não é capaz de produzir novos conhecimentos, seja pelo meio do teste do paradigma seja pela observação da realidade (SKYRMS, 2000, p. 18):

To put the matter a different way, the factual claim made by the conclusion is already implicit the premises. This is a feature of all deductively valid arguments. (grifos não presentes no original)

A explicação lógica do motivo dessa afirmação é algo que extrapola os limites do presente artigo, no entanto, é decorrência direta do Teorema da Incompletude formulado por Kurt Gödel em artigo publicado em 1931 sob o título de "*Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme*". De forma que é mais conveniente expor

por meio de um exemplo o motivo pelo qual o raciocínio dedutivo é incapaz de gerar informações novas (conhecimento).

Observe-se o exemplo abaixo, extraído da obra de Brian Skyrms:

Premissa 1: George é um homem

Premissa 2: George tem cem anos de idade

Premissa 3: George tem artrite

Conclusão: George não vai correr um quilometro amanhã

A conclusão não é dedutivamente válida, pelo fato de que não está implícita nas premissas. Por mais que o senso comum diga que é improvável que George seja capaz de correr um quilometro não existe nada nas premissas informando que pessoas com cem anos de idade e artrite são incapazes de correr um quilometro. Caso seja incluída uma premissa que contenha essa informação a conclusão será dedutivamente válida, a questão é que não se estará mais diante de uma informação nova, mas sim de uma repetição (implícita) já presente nas premissas.

Por esse motivo o método dedutivo não é adequado à criação de conhecimentos novos, pois é incapaz de trabalhar com verdades factuais, sendo, contudo, uma ferramenta muito útil para a consolidação, formalização e repetição de conhecimentos já existentes.

2. Método indutivo e criação de conhecimentos

Após a exposição do método dedutivo passa-se à exposição do método indutivo. Mantendo a pergunta realizada no início do artigo, como determinar que A é A? Durante o

percurso desse tópico também se adentrará à questão da verdade, que será um ponto importante para quando da exposição tocante à modelização e analogias no último item.

Primeiramente é necessário definir o que se pretende dizer com método indutivo (SKYRMS, 2000, p. 18):

Definition 4: An argument is inductively strong if and only if it is improbable that its conclusion is false while its premises are true, and it is not deductively valid. The degree of inductive strength depends on how improbable it is that the conclusion is false while the premises are true. (grifos não presentes no original)

A principal diferença do método dedutivo para o indutivo é que se admite, para o método indutivo, um grau de probabilidade de que a conclusão é falsa mesmo que as premissas sejam verdadeiras. Esse é um passo bastante importante, pois para o método dedutivo um raciocínio é verdadeiro ou falso, inexistindo margem para probabilidade, o mesmo não ocorre para o método indutivo.

De forma que é possível que o raciocínio indutivo permita a obtenção de conhecimentos novos, pois ele não requer que a premissa do raciocínio esteja inclusa na conclusão. Em outras palavras, o método indutivo não precisa ser circular e autorreferencial, e isso ocorre por ser possível, dentro desse método, que as premissas sejam verdadeiras e a conclusão seja falsa (SKYRMS, 2000, p. 19):

The conclusion of an inductively strong argument, on the other hand, ventures beyond the factual claims made by the premises. The conclusion asserts more than the premises, since we can describe situations in which the premises would be true and the conclusion false.

If an argument is inductively strong, its conclusion makes factual claims that go beyond the factual information given in the premises.

Thus, an inductively strong argument risks more than a deductively valid one; it risks the possibility of leading from true premises to a false conclusion. But this risk is the price that must be paid for the advantage which inductively strong arguments have over deductively valid ones: the possibility of discovery and prediction of new facts on the basis of old ones.
(grifos não presentes no original)

Assim sendo, a possibilidade de uma descoberta se torna possível dentro do método indutivo, pois é possível que a utilização do paradigma (do corpo de conhecimento), venha inclusive a questioná-lo, ao apresentar dados incongruentes com o que o paradigma pretende mostrar.

Para ilustrar o ponto é útil trazer outro exemplo dado por Brian Skyrms, trata-se de um argumento indutivo que possui bastante força (dentro do seu contexto):

Premissa 1: Existe vida inteligente em Mercúrio, Vênus e Terra

Premissa 2: Existe vida inteligente em Jupiter, Saturno e Urano

Conclusão: Existe vida inteligente em Marte

Considerando-se o paradigma utilizado (as premissas 1 e 2) é bastante provável considerar que exista vida inteligente em Marte, o ponto é que mesmo que não venha a existir vida inteligente em Marte as premissas não colapsam, pois são afirmações de probabilidade.

A probabilidade de um argumento indutivo depende não de uma relação lógica, mas de uma relação factual entre os fatos que se pretende afirmar e, quando se estiver diante de extrapolações (como, no caso do exemplo dado, a conclusão de que existe vida inteligente em Marte) será mais provável o argumento, mais verdadeiro, quanto mais próximo da realidade é a conclusão extraída das premissas.

De certa forma é possível considerar simplista a conclusão até agora delineada. Um argumento possui maior probabilidade indutiva quão mais próximo esse for da verdade (e,

consequentemente, da realidade), e o conceito de verdade é definido previamente pelo paradigma utilizado, o que nos faria voltar à circularidade. A objeção descrita acima estaria correta, caso se pretendesse manter o uso do conceito de verdade, o que não se pretende fazer.

Um aspecto problemático é precisamente o fato de que o conceito de verdade (e também de realidade) são descritos por um paradigma que precisa ser previamente aceito. Por exemplo, é preciso aceitar o paradigma que a realidade seja cognoscível e que existe uma verdade a ser descoberta. Interessante, para destacar como a realidade é construída socialmente, é a contribuição da sociologia do conhecimento (BERGER; LUCKMANN, 1966, p. 11)

The basic contentions of the argument of this book are implicit in its title and subtitle, namely, that reality is socially constructed and that the sociology of knowledge must analyse the process in which this occurs.

(...)

It will be enough, for our purposes, to define 'reality' as a quality appertaining to phenomena that we recognize as having a being independent of our own volition (we cannot 'wish them away'), and to define 'knowledge' as the certainty that phenomena are real and that they possess specific characteristics. (grifos não presentes no original)

Considerando-se que realidade é socialmente construída, no sentido de que o que nos permite dizer que A é A é o fato de a sociedade ao nosso redor concordar com nossa definição A, se torna assim razoavelmente sem sentido falar em verdade. É possível realizar essa afirmação ao se observar de que os paradigmas (que são padrões teóricos) são construídos e baseados em observações e inferências obtidas indutivamente (e talvez posteriormente formalizados dedutivamente) por um observador imerso em uma dada sociedade em dado momento histórico.

Em síntese, independente de qual for a formulação de um dado paradigma, ele sempre se pretenderá verdadeiro e irá atuar de forma a se autovalidar. Além disso, como os paradigmas são circulares eles se tornam também incomensuráveis, pois a própria definição de verdadeiro que cada paradigma conflitante utiliza é diferente do outro paradigma, logo qualquer comparação direta é impossível. A única possibilidade, nesses casos, é o praticante de um paradigma observar o outro paradigma e realizar um juízo sobre esse, com todas as distorções e problemas que esse tipo de atividade de "tradução" acarreta. No sentido de que é preciso traduzir para nosso quadro de referências um paradigma que não compartilha esse mesmo padrão.

O ponto que se pretende expor é que se o método indutivo é capaz de criar conhecimentos novos a partir de conhecimentos anteriores (paradigmas anteriores) e que isso se dá por meio da extrapolação das premissas de um paradigma dado, e que se os novos conhecimentos serão ou não verdadeiros (bem como se o paradigma utilizado será comprovado ou não) é uma questão de probabilidade, e que essa questão depende da conexão do paradigma com o observado na realidade, não faz assim sentido falar em verdade. Ao falar em verdade estamos no campo do pensamento dedutivo, que é incapaz de criar novas informações, que não opera por meio de probabilidades, e também que não se preocupa com a realidade factual, ou seja, para o argumento dedutivo ser válido é apenas necessário uma adequação formal entre as premissas e a conclusão, sendo desnecessária uma adequação à realidade.

3. Utilidade como padrão de referência para a modelização

A verdade enquanto padrão de referência exerce um certo fascínio ao intérprete, e não é uma escolha leviana optar por ignorá-la, é possível inclusive ponderar sobre o que podemos conhecer devidamente sem esse padrão. Como seria possível então responder a pergunta inicial deste artigo, como saber que A é A? A resposta mais simples é perguntar ao sujeito, a aquele que indaga, você quer que A seja A?

Pode parecer paradoxal e contraditório responder uma pergunta com outra pergunta, mas existem boas razões para tanto, se não somos mais obrigados a buscar uma verdade e a provar que A é A, precisamos saber se queremos que A seja A, caso seja essa a opção realizada basta construirmos um paradigma que nos diga que A é A. Ao adotarmos a utilidade como padrão de referência um paradigma deixa de requer uma justificação ulterior, ou sua autovalidação, ele continua sendo autorreferencial, mas se esse paradigma prover resultados satisfatórios ao sujeito, se os seus objetivos teleológicos forem atingidos, ele poderá ser mantido — também poderá ser alterado, caso seja conveniente.

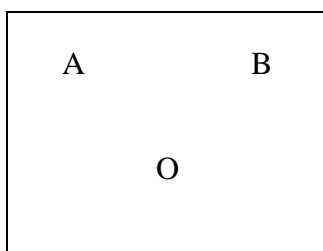
Para ilustrar esse ponto podemos pensar no seguinte exemplo, um sujeito deseja aquecer um alimento em um forno de microondas. Compõe o seu paradigma as informações necessárias para operar o forno de micro-ondas, no entanto, ele não possui em seu arcabouço (em seu paradigma) informações referentes ao funcionamento do aparelho, ou seja, ele não conhece as propriedades físicas que permitem o forno funcionar.

Imagine-se que esse sujeito formule, em seu paradigma, que o forno funciona por mágica, e que para a mágica funcionar é preciso que o forno esteja conectado na tomada. Contudo, o indivíduo é capaz de operar o forno de micro-ondas e esquentar sua refeição, o que podemos dizer da modelização (que compõe seu paradigma) que ele formulou sobre o funcionamento do forno de micro-ondas?

A explicação é simplesmente errada, o forno de microondas não funciona por mágica, mas sim em razão de efeitos físicos bem conhecidos e já estruturadas nos paradigmas da físicas. Em síntese, o modelo de forno de microondas criado pelo sujeito é errado, no entanto, qual é o objetivo de seu modelo? Esquentar um alimento no forno de microondas, ou seja, o objetivo do sistema foi cumprido, o modelo é útil para explicar o seu funcionamento, pois produz os resultados desejados — e o paradigma referente ao forno de microondas (como operá-lo e como este funciona internamente) se sustenta porque não existe utilidade em trocá-lo por outro.

Pode parecer quase uma trapaça, mas se os conhecimentos novos são obtidos por meio do método indutivo, e estamos aqui tratando de probabilidades, devemos perguntar, antes mesmo de começar a investigar, o que queremos encontrar e quais são os resultados que consideramos como desejáveis. Como exposto no item anterior, a principal característica da indução é permitir a extrapolação de um conhecimento prévio, e é isso que permite conhecer tal objeto, por meio de sua modelização — não é possível conhecê-lo em si mesmo, somente é possível conhecê-lo por meio de uma representação (que é uma modelização).

Novamente, é possível visualizar essa impossibilidade de conhecer o objeto em si por meio de um exemplo, observe-se o esquema abaixo:



A e B são dois objetos, enquanto O é o observador, com esses dados são possíveis realizar algumas inferências, A está a esquerda de B, do ponto de vista de O, que serve como ponto de referência (inclusive para si mesmo). Agora, suponha-se que o observador O seja retirado do esquema, agora não é possível dizer que A está a esquerda de B, pois não existem mais padrões de referência - não existe mais o que denominamos por "esquerda" — para A, ele pode ser o centro do universo enquanto B é apenas um apêndice que orbita ao seu redor. Observe-se que A ainda pode dizer algo sobre si, ele é o centro do universo sobre o qual B orbita, agora, se retirarmos B do esquema, nada mais poderá ser dito por A e sobre A, pois não existem outras relações factuais dentro do esquema (que é inegavelmente uma modelização) possíveis.

O objetivo desse exemplo é destacar a importância das referências, dos paradigmas, e dos elementos que o compõe, como os modelos e sistemas, e como esses elementos são incapazes de se autodeterminar. Isso implica uma mudança de perspectiva em relação ao que denominamos conhecimento e informações novas, e essa mudança tem sido realizada durante o curso do presente artigo.

Ao rejeitar o método dedutivo e a verdade como padrão de referência, como "régua" do conhecimento, é realizado um passo fundamental, que é a passagem da necessidade de explicar o objeto em sua completude (e só após essa etapa seria possível conhecer o objeto), para a passagem ao conhecimento do objeto, mas um conhecimento que seja suficiente, ou seja, útil, uma interpretação que possibilite extrair resultados reputados positivos do objeto. Nesse sentido a exposição Jean-Louis Le Moigne (2006, p. 73)

Ce passage de l'analyse à la conception dans la connaissance implique un changement plus subtil des finalités de la connaissance : là où il fallait hier *expliquer* l'objet pour le connaître, il faut aujourd'hui le connaître assez.

L'interpréter donc, pour anticiper son comportement: un modèle d'un phénomène ou d'un processus est essentiellement un mode de représentation tel qu'il permette, d'une part, de rendre compte de toutes les observations faites et, d'autre part, de prévoir le comportement du système considéré dans des conditions plus variées que celles qui ont donné naissance aux observations (P. Naslin, 1974) 2. Qui récuserait cette définition opérationnelle du modèle, représentation par laquelle la raison humaine connaît les objets qu'elle considère, qu'ils soient *naturels ou conceptuels, concrets ou abstraits?* (cf. J. A. Miller, 1971, p. 34)¹. (itálico presente no original, grifos não presentes no original)

A mudança da finalidade do conhecimento, aludida pelo autor, é consonante à linha que se pretende seguir, é uma abordagem operacional e, de certa forma, pode ser considerada um abordagem pragmática, no sentido que considera como conhecimento tudo aquilo que nos permite antecipar um comportamento. Como no exemplo hipotético do forno de microondas. Apesar de equivocado a modelagem do objeto (sua compreensão) era adequada o bastante para produzir um resultado desejado, e o próprio objeto (forno de microondas) só faz sentido se considerado como um modelo construído dentro de um sistema (que compõe um paradigma). Esse modelo é construído por um sujeito modelizador, sem ele não existiria o modelo e conseqüentemente, não seria possível nenhum objeto (não é possível pensar em algo que não podemos sequer denominar), e muito menos qualquer conhecimento sobre o objeto ou extrapolação de conhecimento por meio de raciocínio indutivo.

4. Sobre Modelos, analogias e metáforas

¹ Esta passagem da análise à concepção no conhecimento implica uma mudança mais sutil das finalidades do conhecimento: onde ontem era necessário explicar o objecto para o conhecer, é preciso hoje conhecê-lo o suficiente, portanto interpretá-lo, para antecipar o seu comportamento: um modelo de um fenómeno ou de um processo é essencialmente um modo de representação tal que permite, por um lado, dar conta de todas as observações feitas e, por outro lado, prever o comportamento do sistema considerado em condições mais variadas que as que deram origem às observações (P. Naslin, 1974). Quem recusaria esta definição operacional do modelo, representação pela qual a razão humana concebe os objectos que ela considera, sejam eles naturais ou conceptuais, concretos ou abstractos? (cf. J. A. Miller, 1971, p.34) [tradução portuguesa, p. 89-90]

É extremamente importante considerar uma característica essencial de qualquer modelo, seja ele estruturado como sistema, analogia ou metáfora, ele não existe, em outras palavras, os sistemas e modelos não são objetos factuais encontrados na natureza, pelo contrário, são objeto da inteligência humana (LE MOIGNE, 2006, p.74):

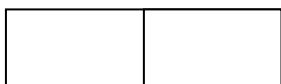
L'objet considéré en tant que système? Nous ne savons pas comment naît la conviction qu'un objet donné est un système déterminé ou paradéterminé (H. Greniewsky, 1960-1965, p. 7). Mais nous ne pouvons être insensibles au fait que, *dans ce monde, le « Système » est immédiatement perceptible à n'importe quel observateur de la nature. L'arrangement des parties de l'univers a toujours été pour les hommes un sujet d'émerveillement* (P. Teilhard de Chardin, 1955, p. 38). *Les systèmes pourtant ne sont pas dans la nature, mais seulement dans l'esprit des hommes* : illustre Claude Bernard (1865, p. 297) interprétait certes sa formule de façon négative, mais l'enthousiasme communicatif des systémiciens n'obère pas sa portée: aussi longtemps que la théorie générale des systèmes n'aura pas été universellement formulée et validée (cf. chap. II, p. 239), nous devons en convenir : le système est un produit artificiel de *l'esprit des hommes*. Ce qui ne l'empêche nullement d'être un objet particulièrement utile et commode, non pas pour expliquer mais pour *représenter* les objets que l'homme veut connaître.² (itálico presente no original, grifos não presentes no original)

Por essa razão que a utilidade do sistema modelizado é tão relevante, pois ao modelizar o sujeito observa a realidade factual (com os seus paradigmas previamente

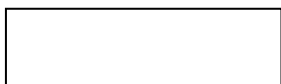
² O objecto considerado enquanto sistema? Não sabemos como nasce a convicção de que um dado objecto é um sistema determinado ou paradedeterminado (H. Greniewsky, 1960-1956, p.7) Mas não podemos ser insensíveis ao facto de que, neste mundo, o "Sistema" é imediatamente perceptível a qualquer observador da natureza. A ordenação das partes do universo foi sempre para os algo que causou espanto (P. Teilhard de Chardin, 1955, p. 38). Contudo, os sistemas não se encontram na natureza, mas apenas no espírito dos homens: o ilustre Claude Bernard (1865, p. 297) interpretava a sua fórmula de maneira negativa, mas o entusiasmo comunicativo dos sistémicos não põe em causa a sua importância: enquanto a teoria geral dos sistemas não tiver sido universalmente formulada e validada (cf. cap. 11, p.281), devemos reconhecer: o sistema é um produto artificial do espírito dos homens. O que não o impede de ser um objecto particularmente útil e cómodo, não para explicar mas para representar os objectos que o homem quer conhecer. [tradução portuguesa, p. 90-91]

definidos, que podem a vir a serem questionados por meio da indução) e cria relações entre objetos, fatos e casualidades para construir seu próprio modelo. Porém, esses próprios objetos, fatos e casualidades são também modelos, pois só podemos falar de objetos enquanto representações (um objeto não pode se autorepresentar, como exposto no item acima).

Pode se afirmar que a atividade do sujeito é criar uma “capa de realidade”, e se trata de uma “capa” pelo fato de que não é possível conhecer os objetos em si. Novamente, é útil expor por meio de exemplo o que se pretende argumentar, suponha-se que a figura abaixo seja a realidade em si, a qual não podemos conhecer diretamente.



Como não é possível conhecer a realidade diretamente o sujeito realizaria uma modelização, um sistema, para tornar possível a construção de um paradigma, digamos que esse sujeito seja bastante preciso em sua tarefa de modelização e construa a seguinte figura:



As figuras são iguais? Não, a realidade é composta por dois retângulos iguais, enquanto o modelo construído pelo sujeito é um retângulo único, o que isso significa? Significa apenas que se a compreensão dessa realidade enquanto um retângulo único for útil ela irá se manter, trata-se de uma criação do espírito dos homens, uma representação da realidade, mas que por ser a única acessível ao sujeito, se torna a própria realidade (por esse motivo é possível afirmar que a realidade é socialmente construída, pois se trataria de uma conjunção intersubjetiva de capas de sentido diversas).

Evidenciado o aspecto "ficcional" dos sistemas, no sentido de que são construções intelectuais e não observações diretas da "realidade concreta" surge uma questão bastante problemática, que é a de como esses modelos são construídos, como as relações entre os seus componentes são estabelecidas.

Ao ponderar sobre a palavra "modelo" somos remetidos a uma noção de escala, como se o modelo fosse sempre uma representação menor de algo maior e mais complexo, expressões como "esse é um modelo 1 para 20" reforçam essa ideia. Contudo, também é possível, ao tratar desse tipo de modelo, falar em modelos que aceleram ou desaceleram reações químicas (por exemplo) para permitir uma melhor visualização do fenômeno, ou análises microcósmicas de fenômenos sociais, como meio de estudar o sistema educacional de uma cidade é realizado um estudo em escala em algumas das escolas da cidade, por exemplo, nesse sentido (BLACK, 1962, 220):

It seems arbitrary to restrict the idea of a model to something *smaller* than its original. A natural extension is to admit magnification, as in a larger-than-life-size likeness of a mosquito. A further natural extension is to admit proportional change of scale in *any* relevant dimension, such as time.

In all such cases, I shall speak of *scale models*. This label will cover all likenesses of material objects, systems, or processes, whether real or imaginary, that preserve relative proportions. They include experiments in which chemical or biological processes are artificially decelerated ("slow motion experiments") and those in which an attempt is made to imitate social processes in miniature. (grifos não presentes no original)

Existem outras formas de trabalhar com modelos, por ora foque-se nos modelos em escala (que podem ser tanto maior ou menor), uma característica relevante é que são preservadas as proporções relativas, por isso mesmo a expressão "esse é um modelo 1 para 20" representa precisamente esse modelos, pois o que conecta A e o seu modelo são as suas

proporções. Assim sendo, é possível destacar as seguintes características dos modelos em escala (BLACK, 1962, p. 220-221):

1. A scale model is always a model of something. The notion of a scale model is relational and, indeed, asymmetrically so: If A is a scale model of B, B is not a scale model of A.
2. A scale model is designed to serve a purpose, to be a means to some end, It is to show how the ship looks, or how the machine will work, or what law governs the interplay of parts in the original; the model is intended to be enjoyed for its own sake only in the limiting case where the hobbyist indulges a harmless fetishism.
3. A scale model is a representation of the real or imaginary thing for which it stands: its use is for "reading off" properties of the original from the directly presented properties of the model.
4. It follows that some features of the model are irrelevant or unimportant, while others are pertinent and essential, to the representation in question. There is no such thing as a perfectly faithful model; only by being unfaithful in *some* respect can a model represent its original.
5. As with all representations, there are underlying conventions of interpretation — correct ways for "reading" the model.
6. The conventions of interpretation rest upon partial identity of properties coupled with invariance of proportionality. In making a scale model, we try on the one hand to make it resemble the original by reproduction of some features (the color of the ship's hull, the shape and rigidity of the airfoil) and on the other hand to preserve the *relative* proportions between relevant magnitudes. (itálico presente no original, grifos não presentes no original)

Dentre as características destacadas por Max Black os pontos mais importante são o 2 e 4, o modelo precisa servir a algum propósito, e existem alguns aspectos do objeto original (do arquétipo) que são relevantes (ou não) para o modelo em questão. Esse posicionamento converge com o exposto sobre a questão da utilidade, e, além disso, destaca que apesar de um

modelo em escala ser uma representação de algo o objeto arquetipo é algo de menor relevância, pois certas características podem ser ignoradas.

Convém pontuar que as observações dos modelos em escalas são aplicáveis, em sua grande maioria, a outros tipos de modelos. O objetivo de expor esse tipo de modelo é que este possui uma maior atenção ao objeto arquetípico — e seria assim um modelo "mais real" do que os que tratam apenas de relações não necessariamente atreladas a objetos ou fenômenos, pois possuem alguma "aparente" (pois todas as relações são criadas pelo sujeito observador) conexão óbvia.

Os modelos que se pretende abordar, e que são mais próximos aos encontrados no âmbito do conhecimento (e da construção de novos conhecimentos) são os modelos que envolvem uma mudança de "meio". Os modelos em escala tratam, por exemplo, de A e seu modelo A' (que mantém uma proporção com A). Já essa outra classe de modelos não se conforma segundo esses padrões, são modelos que podemos classificar como analogias, no sentido que procuram remontar a estrutura, ou rede de relacionamentos, do sistema original que se pretende modelizar (BLACK, 1962, p. 222)

Let us now consider models involving *change of medium*. I am thinking of such examples as hydraulic models of economic systems, or the use of electrical circuits in computers. In such cases I propose to speak of *analogue models*.

An analogue model is some material object, system, or process designed to reproduce as faithfully as possible in some new medium the *structure* or web of relationships in an original. Many of our previous comments about scale models also apply to the new case. The analogue model, like the scale model, is a symbolic representation of some real or imaginary original, subject to rules of interpretation for making accurate inferences from the relevant features of the model. (itálico presente no original, grifos não presentes no original)

Modelizar um sistema utilizando analogias é uma tarefa complexa, pelo fato de que não é necessário que o modelo criado imite o objeto arquetípico, essa liberdade, que pode ser até reputada excessiva, encontra seu limite na utilidade do modelo, que — enquanto funcionar — poderá ser da maneira como bem quiser. O estudo das analogias se dá de forma a permitir a identificação de certas estruturas invariantes entre as analogias, em outras palavras, busca-se observar "homologias", que ao serem identificadas são bastante úteis ao sujeito modelizador e ao paradigma no qual o modelo está inscrito, permitindo a descoberta de conhecimentos novos (PUGLIESI, 2009, p. 63-64):

Finalmente, uma noção comum às abordagens sistêmicas a de que existem homologias interessantes e úteis entre sistemas de diversos níveis. Estas homologias dizem respeito aos aspectos estruturais e funcionais, e o seu estudo num dos níveis pode esclarecer o conhecimento relativo a outros níveis. Seria incorreto pensar que todos os sistemas são identicamente organizados. (...) De qualquer modo, a procura dessas homologias tem ajudado a definir alguns constituintes invariantes dos sistemas, como sejam, numa analogia hidráulica, os limites, as portas de entrada e saída, os depósitos, os canais e as comportas, por onde circulam fluxos ou se deposita a matéria, energia e informações. E também se podem procurar os centros de decisão que, comparando os níveis de depósitos, abram as comportas aos fluxos, permitindo regular as retroações positivas e negativas. (grifos não presentes no original)

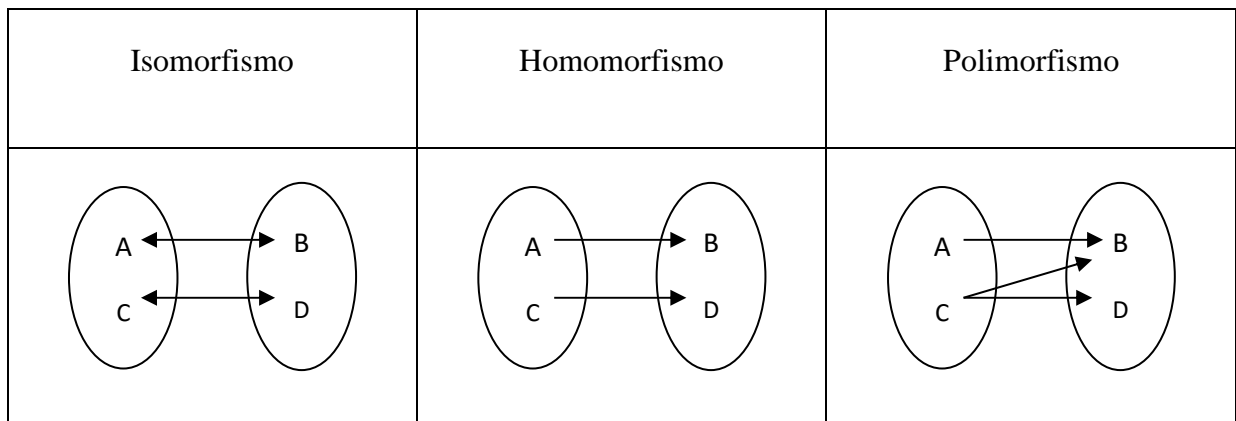
Contudo, a modelização de sistemas análogos, e a observação das homologias, depende, até mesmo para ser possível, da utilização de uma propriedade matemática chamada de "morfismo", em especial os tipos, isomorfismo, homomorfismo e polimorfismo (LE MOIGNE, 1994, p. 77):

— *Isomorphisme: Correspondance* bijective, telle qu'à tout élément de l'ensemble d'arrivée (le modèle) correspond un élément et un seul de l'ensemble de départ (l'objet); et réciproquement: la correspondance est transitive, réflexive et symétrique.

— Homomorphisme: Correspondance surjective telle qu'à tout élément de l'ensemble d'arrivée corresponde un élément au moins de l'ensemble de départ, sans que la réciproque soit vraie: correspondance transitive et réflexive, mais non symétrique.

— Polymorphisme: Correspondance injective telle qu'à tout élément de l'ensemble de départ corresponde un élément au moins de l'ensemble d'arrivée (pas réciproquement). Ce dernier cas (le *many - to - one - mapping*) concernera évidemment moins le modélisateur soucieux de caractériser la qualité de la correspondance pour lui unique, qu'il établit entre l'objet et le modèle.³ (itálico presente no original, grifos não presentes no original)

Por meio da identificação de um morfismo é possível identificar as relações entre modelos, por exemplo, suponha-se que A e B sejam modelos análogos, e que exista uma relação entre eles que é isomórfica, isso significa que a característica A' corresponde (e é simétrica) à característica B'. Para ilustrar os exemplos dados, observe-se os esquemas abaixo, nos quais cada figura representa um modelo diferente:



³ - Isomorfismo: Correspondência bijectiva tal que a cada elemento do conjunto de chegada (o modelo), corresponde um, e apenas um, elemento do conjunto de partida (o objecto); e reciprocamente: a correspondência é transitiva, reflexiva e simétrica.

- Homomorfismo: Correspondência sobrejectiva tal que a cada elemento do conjunto de chegada corresponde pelo menos um elemento do conjunto de partida, sem que o recíproco seja verdadeiro: correspondência transitiva e reflexiva, mas não simétrica.

- Polimorfismo: Correspondência injectiva tal que a cada elemento do conjunto de partida corresponde pelo menos um elemento do conjunto de chegada (não reciprocamente). Este último caso (o *many - to - one - mapping*) diz evidentemente menos ao modelizador desejoso de caracterizar a qualidade da correspondência para ele única, que ele estabelece entre o objecto e o modelo. [tradução portuguesa, p. 93-94]

O que se pode apreender dessa exposição é que o isomorfismo é a "forma mais perfeita" de correspondência, por ser uma simetria perfeita (transitiva, reflexiva e simétrica), a problemática é a dificuldade em poder afirmar que dada característica é um isomorfismo, pois é bastante comum que estejamos diante de um homomorfismo ou até mesmo de um poliformismo. O risco existente ao se traçar relações de morfismo deve ser realçado, pois é plenamente factível que o sujeito tome como um isomorfismo uma relação que é homomórfica e a partir desse ponto extraia uma conclusão equivocada, e o que é muito pior, uma conclusão que seja inútil ao sujeito.

5. A utilização de modelos como obtenção de conhecimentos novos

Propôs-se o método indutivo como método de formação de conhecimentos novos, pois esse método permite a extrapolação de informações dadas para novas conclusões (que podem ser ou não corretas), e ao tratar de modelos, em especial as analogias (ou modelos análogos) se expôs como pode ser realizada tal extrapolação, inclusive indicando os possíveis riscos e erros eventuais.

Por último, necessário destacar o mecanismo que permite realizar a transição de uma característica do modelo A para o modelo B, tratam-se das constantes. Na matemática constantes são valores invariantes, que pode ou não ser especificado, são definidos em oposição às variáveis. O papel das constantes é bastante relevante para o ramo das ciências naturais, porque são elas que permitem possível descrever as equações utilizadas para formalizar e provar asserções.

Observe-se a seguinte equação, a "Equação de Estado do Gás Ideal" :

Equação	Definição dos termos
$P.V = n. R. T$	P (Pressão) V (Volume) n (número de mols de gás) R (constante universal dos gases perfeitos) T (Temperatura)

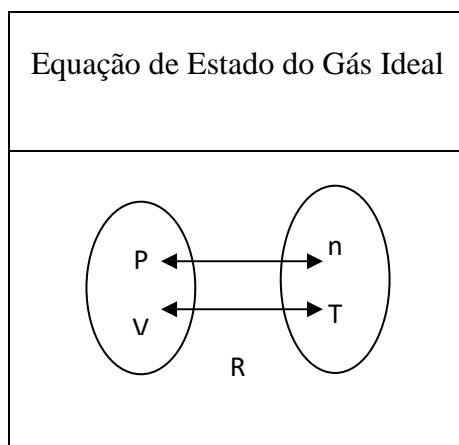
Essa equação é, na verdade, uma modelização, o sistema dos gases ideais é um paradigma construído a partir de dois outros modelos, que podem ser compreendidos pelos dois lados da equação. Além disso, a própria denominação "gases ideais" informa ao sujeito que existem outras complexidades referentes ao objeto (os gases "reais") que foram desconsideradas quando a criação desse modelo, por diversas razões, talvez até mesmo razões didáticas.

Cumprido, porém, analisar mais detidamente o papel das constantes por meio desse exemplo e a formação de morfismos (embora nesse caso específico se trate de um isomorfismo, como será demonstrado a seguir). Primeiramente, cabe um esclarecimento, o sinal de igualdade não significa uma relação de identidade, pressão e volume não são

"idênticos" à temperatura vezes o número de mols de gás e a constante, significa que essas características são conversíveis entre si, ou seja, elas interagem entre si⁴.

O papel da constante é estabelecer como essa conversão se dá, ou seja, em que medida (e como) pressão e volume se relacionam com a temperatura e a quantidade de mols de gás. Caso a constante inexistisse seria impossível realizar o correlacionamento entre as características, e as constantes fazem parte do arcabouço teórico, do paradigma utilizado.

No caso específico da equação do gás ideal a constante permite realizar a correlação entre dois modelos, que são, nesse caso específico (e em geral, nos modelos físicos) isomórficos, podendo ser expostos da seguinte maneira:



Destaque-se que a constante não se insere, em nenhum dos modelos (partida ou chegada), mas no sistema como um todo (o modelo "Equação de Estado do Gás Ideal"), atuando de forma a permitir a correlação de um modelo ao outro, gerando assim novos conhecimentos. A própria relação existente entre essas características é um conhecimento novo que só foi conhecido quando a constante foi indutivamente construída (sendo impossível

⁴ De forma similar, a equação de Einstein, $E = m.c^2$ não significa que massa e energia são idênticas, mas sim que são conversíveis (existe um morfismo entre essas duas características), e que essa conversão se dá em razão da constante "c" (velocidade da luz) em uma certa proporção fixada pela equação.

deduzi-la de um conjunto de conhecimentos inexistentes até então). De certa forma, é possível considerar uma constante como uma corda que permite conectar duas coisas diferentes e formar uma unidade entre elas.

A partir da explicação realizada podemos nos ver inclinados a considerar que as constantes são apenas utilizadas em sua forma matemática e dentro de paradigmas das ciências naturais (como a física), o que não é verdade. As constantes são utilizadas de diversas formas pelos seres humanos para permitir a identificação de padrões e a realização de induções e extrapolações de conhecimentos prévios.

Por exemplo, suponha-se que um certo indivíduo possua em seu paradigma a definição de ser humano, que já tenha encontrado presencialmente diversos humanos e seja capaz de identificá-los, agora, suponha-se que ele tenha observado a seguinte imagem e lhe tenha sido perguntado "O que é isto?":



É bastante plausível que o indivíduo responda que se trata de uma pessoa, ou da sombra de uma pessoa, contudo, com que base ele realiza essa resposta? Com base em uma constante, que lhe permite extrapolar as formas (e proporções) da imagem e identificá-las como humanas (nesse caso se trata de um modelo em escala, porém, a observação é aplicável a modelos análogos, como no caso da equação descrita acima). Diversos são os componentes que compõe a constante do indivíduo, que é muito mais complexa que a constante matemática

exposta acima, além disso, provavelmente está-se diante de um homomorfismo (entre o modelo dos humanos "reais" e o da imagem).

O ponto se pretende colocar é que o indivíduo só foi capaz de extrapolar seu paradigma original de conhecimentos e reconhecer a imagem como humana por meio de um raciocínio (conhecimento novo, que não possuía anteriormente) por meio de uma mediação realizada por meio de uma constante (contida no paradigma) pela qual é possível realizar a indução. Sendo que essa indução pode até ser equivocada, contudo, ela pode ser feita.

Conclusões

O presente artigo foi iniciado com a seguinte pergunta, como saber que A é A ? O curso percorrido durante a investigação nos levou a conclusão, paradoxal, que talvez não exista mesmo forma completa de sabermos que A é A , e que é mais interessante, e útil, indagar se o sujeito observador deseja que A seja A .

Partindo dessa inversão de ponto de vista, com foco na utilidade, podemos remontar o percurso do presente artigo da seguinte forma:

A realidade é socialmente construída, sendo apenas acessível ao sujeito os paradigmas que constrói sobre essa (camadas de realidade). Os paradigmas só podem ser construídos indutivamente por meio de extrapolações de observações e informações prévias, e contém em si modelos e sistemas que pretendem compreender e explicar a realidade. Modelos e sistemas são construídos por sujeitos, e se mantêm enquanto forem úteis e adequados à teleologia do sujeito. Os modelos e sistemas são modelados por meio de analogias, mantendo ou uma adequação de proporção ou de estrutura (rede de relações) entre o objeto modelado (que

também é um sistema) e o modelo. O meio como as analogias são construídas depende da presença e aplicação de constantes (sejam elas matemáticas ou não), que permitem a identificação e construção de morfismos entre os modelos.

Por último, as informações novas são obtidas quando ocorre essa passagem, especialmente a passagem para modelos análogos (embora possa também ocorrer em modelos em escala). Quando somos capazes de observar que uma particularidade, uma dada constante, presente no campo da física (modelo A) e encontramos, ou formulamos, um morfismo (idealmente, um isoformismo) com a economia (modelo B), descobrimos algo que até o momento não se sabia, identificamos um novo fenômeno, ou criamos novas abordagens para o mesmo fenômeno, de qualquer forma, nesse momento aprendemos algo, incorporamos ao nosso paradigma informações novas.

Bibliografia

BERGER, Peter; LUCKMANN, Thomas. **The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge**. Londres: Penguin Books, 1966.

BLACK, Max. **Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy**. Nova York: Cornell University Press, 1962.

KUHN, Thomas Samuel. **The Structure of Scientific Revolutions**. The University of Chicago Press, Chicago, 1996.

LE MOIGNE, Jean-Louis. **A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização**. Lisboa: Editora Piaget, 1996.

LE MOIGNE, Jean-Louis. **La Théorie du Système général: Théorie de la modélisation.**

Marselha: Editora Réseau Intelligence de la Complexité, 2006.

PUGLIESI, Márcio. **Teoria do Direito.** São Paulo: Editora Saraiva, 2009.

SKYRMS, Brian. **Choice and Chance: An Introduction to Inductive Logic.** Wadsworth,

Stamford, 2000.