

## A CIÊNCIA E O CONHECIMENTO HUMANO COMO CONSTRUÇÃO DE MODELOS

**Luiz Henrique de Araújo Dutra**  
(UFSC/CNPq)

lhdutra@pesquisador.cnpq.br

**Resumo:** neste artigo, vamos procurar argumentar que tanto a ciência, enquanto um tipo específico de conhecimento, quanto o conhecimento humano em geral são atividades de construção de modelos. Na primeira parte, apresentamos nossa concepção segundo a qual os modelos científicos são entidades abstratas, e as teorias científicas podem ser interpretadas como classes de modelos enquanto réplicas abstratas de situações reais, nas quais valem determinadas leis. Na segunda parte, procuramos estender essa mesma concepção ao conhecimento humano ordinário, em particular, ao caso da atividade cognitiva de classificar os objetos da experiência.

**Palavras-chave:** ciência, conhecimento humano, modelos, entidades abstratas.

### 1. INTRODUÇÃO: QUINE, AS ESPÉCIES NATURAIS E A NOÇÃO DE SIMILARIDADE

Em seu célebre “*Natural Kinds*,” QUINE (1969a) discute o problema da classificação dos objetos da experiência e sua relação com a noção de similaridade. Ele fala especificamente das espécies naturais primeiramente identificadas em nosso conhecimento ordinário e, posteriormente, da apropriação que as ciências fazem de tais classificações. Este é um dos temas a respeito do conhecimento humano comum que vamos discutir na segunda parte deste artigo.

Começamos mencionando o texto de Quine porque compartilhamos de diversas de suas idéias, embora talvez mais no espírito do texto do que em sua letra propriamente. Uma dessas idéias é aquela segundo a qual a ciência é apenas um prolongamento metodologicamente mais especializado do conhecimento humano ordinário, que re-elabora e refina determinadas noções comuns, como justamente a idéia de que há classes de objetos do mundo de nossa experiência comum que guardam parentescos importantes entre si, permitindo que sejam reunidos em espécies.

Além disso, como Quine enfatiza suficientemente em seu texto, há uma relação estreita entre a noção de similaridade e aquela de espécie natural, uma relação estreita o suficiente para sugerir a uns que a similaridade seja definida a partir das espécies naturais e, a outros, ao contrário, que a noção de espécie natural seja definida com base naquela de similaridade. Quine rejeita ambas as alternativas e afirma que, mesmo assim, as duas noções são inelimináveis do conhecimento humano ordinário, embora as teorias científicas maduras venham a explicá-las convenientemente e, assim, a torná-las supérfluas.

Nossa estratégia argumentativa será, contudo, oposta àquela de Quine. Vamos começar não pelo conhecimento comum para chegarmos às noções mais sofisticadas das ciências maduras, mas por estas noções mais elaboradas, a partir das quais, a nosso ver, poderemos compreender melhor as noções comuns e o conhecimento humano ordinário. Concordamos com Quine que, geneticamente (pelo menos no sentido que isso possa ter para as abstrações dos epistemólogos e filósofos da ciência), as teorias científicas resultam de uma atividade mais especializada, com métodos rigorosos que tornam as noções comuns mais claras e detalhadas, explicando-as e podendo mesmo eliminar muitas delas ao mostrar que são fenômenos

secundários ou aparências não-explicativas ou, ao contrário, que são explicáveis com base em noções científicas mais sofisticadas. Um dos exemplos de Quine naquele texto é a cor. Trata-se de uma das noções comuns mais fundamentais em nossa atividade de classificação dos objetos da experiência; contudo ela é absolutamente supérflua para a ciência moderna a partir de Galileu e Descartes, como comenta Quine.

Exatamente por isso é que nos parece mais fácil compreender primeiro como funciona a atividade cognitiva científica e, depois, com base no que podemos dela saber, chegarmos a compreender melhor o conhecimento humano ordinário. Ora, é o próprio Quine que, ao final do mesmo artigo, argumenta que o conhecimento humano é matéria para as ciências, como ele já havia argumentado em outras partes no clássico “*Epistemology Naturalized*” (QUINE 1969b). Uma ciência empírica do conhecimento humano pode então nos explicar por que, embora a cor seja tão relevante para o conhecimento comum dos objetos da experiência, ela é apenas um aspecto irrelevante das coisas do ponto de vista das ciências maduras, o que o próprio Quine procura fazer, em linhas gerais, em seu “*Natural Kinds*,” já citado.

Por isso, vamos tomar primeiro as ciências, discutir a noção de modelo que nelas encontramos e, mais especificamente, numa abordagem naturalizada como a de Quine, examinar o emprego da noção de modelo na interpretação das teorias científicas. A noção de similaridade continua a aparecer aqui mais do que o próprio Quine estaria disposto a admitir. Assim, talvez ela não tenda a desaparecer da prática científica mais sofisticada, como ele afirma em seu texto, mas apenas adquira papéis diferentes daqueles que desempenham no conhecimento humano ordinário. A noção de similaridade é importante na atividade de construção de modelos e também naquela ati-

vidade de comparar tais modelos com situações reais que deles se aproximariam, permitindo assim utilizar determinada teoria para compreender ou explicar certos fenômenos.

A concepção de modelo científico enquanto uma entidade abstrata ou, mais exatamente, como réplica de uma situação real, à primeira vista se distanciaria daquela concepção de modelo que, aparentemente, defendem os filósofos da abordagem semântica, entre eles especialmente, Bas van Fraassen e Frederick Suppe. De fato, não é assim. A nosso ver, a noção que vamos denominar “modelo-réplica” permite, de um lado, compreender melhor o papel que o próprio van Fraassen reserva para os modelos na prática científica e na prática epistemológica de interpretar as teorias científicas e, de outro, se inspira particularmente na noção apresentada por Suppe, de *sistemas físicos*, além de outras noções apresentadas por outros autores que deram contribuições importantes na compreensão dos modelos, como Mary Hesse, Ronald Giere e Nancy Cartwright. De qualquer forma, há uma diferença importante entre nossa posição e a desses autores, em uns mais, em outros menos, mas mais significativa ainda é a que nos diferencia daqueles que são defensores mais diretos da abordagem semântica. Em primeiro lugar, nossa concepção é pragmática e não semântica. Em segundo lugar, ela é uma concepção operacionalista tanto dos modelos quanto das leis e teorias científicas. Nesse aspecto, ela se aproxima apenas do tipo de operacionalismo do qual fala CARTWRIGHT (1999).<sup>1</sup>

Em particular, dada essa concepção de modelo-réplica, vamos procurar mostrar que uma espécie natural, do ponto de vista das ciências particulares, é também um modelo-réplica. Nesse caso, podemos discutir com mais detalhe o papel que a noção de similaridade possui, mesmo na atividade científica especializada. Ali, ela é operativa e mesmo indispensável.<sup>2</sup>

Depois dessa discussão mais técnica destinada a ajudar-nos a compreender adequadamente a noção de modelo científico, vamos procurar argumentar que, de fato, a atividade cognitiva ordinária não se distancia tanto da atividade científica profissional quanto sugere Quine. Vamos tomar, em particular, a atividade de classificar os objetos da experiência comum, que é um dos elementos constitutivos mais fundamentais do conhecimento humano em geral. Mostraremos em particular, que não apenas a noção comum de espécie natural, mas também aquelas noções comuns de espécies sociais e artificiais estão ligadas à noção de similaridade, exatamente porque são também formas de construção de modelos comuns compartilhados.

Assim, finalmente, de forma alternativa à abordagem de Quine, sustentaremos que não são exatamente as noções de similaridade e de espécie natural as mais básicas que podemos encontrar no conhecimento comum. Ao contrário, é a noção de modelo presente tanto no conhecimento humano ordinário quanto nas ciências, que nos permite compreender o uso da similaridade como uma ferramenta cognitiva, e por que seu papel se modifica no contexto científico em relação ao contexto do conhecimento humano ordinário. Ela nos permite também compreender por que essa atividade resulta nas classificações que nos dão as espécies (naturais, sociais e artificiais).

Em um outro aspecto importante, nossa abordagem se distancia daquela de Quine em “Natural Kinds.” Esse autor pretendeu, ali, dar uma explicação evolutiva para nossa atividade de classificação dos objetos da experiência. Ele afirma que possuímos um “faro inato” para identificar espécies naturais e que essa seria a única forma de explicarmos esse fato sobre a cognição humana. Ora, a nosso ver, essa é uma conseqüência indesejável do naturalismo de Quine que gostaríamos de evitar. Ao contrário, nossa abordagem a esse tópico evita completa-

mente qualquer explicação evolutiva. Ela não é também uma explicação puramente analítica, o que Quine também rejeita em seu texto. Ao contrário, nossa abordagem pretende ser naturalista apenas no sentido de que examina nossas práticas cognitivas ordinárias. Ela é, portanto, pragmática, e não evolutiva.

## 2. OS MODELOS COMO ABSTRAÇÕES

Bas VAN FRAASSEN (1980), assim como outros defensores da abordagem semântica, afirma que, diferentemente da abordagem sintática ou axiomática, na interpretação das teorias científica segundo a abordagem semântica, as teorias científicas não devem ser interpretadas como sistemas de axiomas, mas como famílias de modelos. Parece óbvio nesse caso que van Fraassen está falando dos modelos matemáticos, às vezes também denominados “semânticos” ou ainda “metamatemáticos,” que são utilizados pelos próprios lógicos na interpretação, por exemplo, de linguagens de primeira ordem. Essa impressão se reforça ainda mais quando, depois de ter defendido a superioridade da abordagem semântica durante anos, VAN FRAASSEN (1989) reconhece afinal que, diante das diversas críticas que sua posição recebeu, as duas abordagens – semântica e axiomática – são equivalentes.

Entretanto, o termo ‘modelo’ é empregado por van Fraassen com certa ambigüidade.<sup>3</sup> Os exemplos de modelo que ele usa em seu *The Scientific Image* (1980), para explicar sua versão da abordagem semântica, conduzem a pensar não exatamente nos modelos matemáticos dos lógicos, mas, antes, naquela noção que vamos apresentar abaixo, de modelo-réplica. No início do capítulo 3 do livro acima mencionado, numa seção que se denomina exatamente “modelos,” van Fraassen apresenta o que ele denomina “geometria dos sete pontos” (a

*G7P*, para abreviarmos). Ainda que ele não empregue o termo ‘matemático’, está sugerido que se trata de um modelo matemático, uma vez que ele fala de uma estrutura que satisfaz os axiomas de uma teoria (p. 43), além de dizer que as noções que ele está empregando provêm da semântica.

VAN FRAASSEN apresenta também um diagrama (p. 42), que consiste em um triângulo eqüilátero no qual está inscrito um círculo. Do ponto médio de cada lado do triângulo sai uma reta que vai até o vértice oposto. As três retas que se cruzam no centro, passam por um ponto que é também o centro do círculo. Somam-se a esse ponto, os três vértices do triângulo e os três pontos médios de cada lado do triângulo, e temos os sete pontos do diagrama.

A *G7P*, assim apresentada, é apontada por van Fraassen como um modelo da geometria euclidiana, isto é, ela satisfaz os axiomas de tal teoria, razão pela qual podemos pensar que ele esteja apresentando um modelo matemático da teoria euclidiana. Entretanto, falta à descrição acima um elemento importante. Essa estrutura, a *G7P*, é apresentada de uma forma intuitiva, podemos dizer. Ou seja, ela é apresentada por meio de um desenho, como van Fraassen faz em seu livro, ou por meio de uma descrição verbal, como fizemos acima. Não há nenhuma estrutura do tipo  $\langle U, I \rangle$ , como é usual no procedimento semântico dos lógicos. Em outras palavras, não se trata, estritamente falando, da apresentação de um modelo semântico, ainda que ele possa também ser apresentado. Contudo, isso nos chama a atenção para o fato de que van Fraassen está falando não de um modelo matemático, mas de uma estrutura de outro tipo, mais exatamente, de uma estrutura abstrata, o que se confirma pelos comentários e conseqüências epistemológicas que esse próprio autor tira do exemplo, no restante daquele capítulo de seu livro.

O paralelo que ele pretende estabelecer entre esse exemplo geométrico simples e casos, por exemplo, de teorias físicas como a mecânica newtoniana, está centrado na idéia de que, na  $G7P$ , temos um estado geométrico de coisas no qual a geometria euclidiana se mostra verdadeira. Ora, o diagrama que se pode apresentar sobre papel ou num quadro negro como fazem os professores de geometria — para ajudar nossa imaginação e para compreendermos melhor esse estado de coisas —, não é propriamente a  $G7P$ , mas uma representação icônica de tal estado de coisas, assim como pode haver descrições verbais do mesmo estado de coisas, como foi feito acima.

Nenhuma dessas duas representações poderia tornar verdadeira a geometria euclidiana, obviamente. Como ensinam os próprios professores de geometria, a representação icônica da  $G7P$  não poderia mostrar que a geometria euclidiana é verdadeira, porque as linhas que ela contém não são perfeitas, tal como aquela teoria supõe, embora possua a mesma natureza geométrica da  $G7P$ , nem o poderia a representação verbal, uma vez que ela é de outra natureza. Os símbolos que ela emprega não têm nada a ver com a natureza geométrica da  $G7P$ .

Ora, o que ocorre é que a  $G7P$  é uma estrutura puramente abstrata, um estado de coisas ou situação na qual valem os axiomas da teoria euclidiana. Mas tal estado de coisas não é nenhuma de suas representações — icônicas ou verbais — que possamos apresentar dele.<sup>4</sup> A estrutura abstrata da qual falamos é, obviamente, uma estrutura que possui a mesma natureza dos objetos matemáticos em geral. É também verdade que, quando falamos de um modelo matemático, daquela estrutura do tipo  $\langle U, I \rangle$ , falamos igualmente de uma estrutura abstrata, na medida em que ele é um par ordenado de outras entidades matemáticas e, em última instância, uma coleção de conjuntos. Mas, claramente, podemos ver que um modelo matemático formula-



do para a *G7P* não é a mesma estrutura que ela própria. Ambos são estruturas abstratas, mas estruturas diferentes.<sup>5</sup>

No outro extremo, se tomarmos os contextos científicos e epistemológicos nos quais o termo ‘modelo’ é empregado, está a noção comum de um modelo em escala. É óbvio que os defensores da abordagem semântica também não estão falando desse tipo de modelo. Pensemos num modelo de avião, um modelo do 14-Bis, por exemplo, ou num modelo do átomo de hidrogênio, como aquelas representações que encontramos nos laboratórios de química elementar, feitas de plástico ou isopor. Uma breve discussão a respeito desse tipo de modelo, contudo, também pode nos ajudar a compreender melhor a natureza dos modelos científicos que nos interessam, modelos esses que seriam, afinal, o foco das atenções dos partidários da abordagem semântica na interpretação das teorias científicas.

Um modelo do 14-Bis é uma representação do avião real. Um modelo do átomo de hidrogênio que encontramos num laboratório de química, também é uma representação desse átomo. Vimos que o diagrama da *G7P* é também uma representação do próprio modelo do qual falávamos, que concebemos como uma entidade abstrata. O que há nessas representações todas que lhes capacita a representar aquelas coisas das quais elas são representações? Ora, supomos que haja uma relação de similaridade entre os objetos físicos — o 14-Bis real e seu modelo em escala, o átomo de hidrogênio e seu modelo em plástico ou isopor —, isto é, entre o objeto modelado e o modelo.

Essa relação de similaridade é, em primeiro lugar, de natureza icônica e é o que, afinal, nos faz reconhecer um modelo do 14-Bis como uma representação desse avião. Mas há uma similaridade cientificamente mais sofisticada entre um objeto e seu modelo em escala. Trata-se de uma similaridade de estrutura. Essa similaridade ainda está ligada a noções geométricas,

contudo, como noção de congruência. Mais exatamente, a noção geométrica de congruência é utilizada como ponto de comparação. Pois, entre o 14-Bis real e seu modelo em escala, não há uma congruência (exata), uma vez que os objetos são de tamanhos diferentes. Mas a idéia é que, se um fosse aumentado ou o outro fosse encolhido, eles seriam congruentes. A idéia que deriva da noção de congruência é que ambos guardam as mesmas proporções entre suas partes. Essa seria a similaridade de estrutura.

No caso do modelo do átomo de hidrogênio, segundo a microfísica atual, não seria exatamente a mesma relação. Os modelos icônicos dos átomos estão baseados na idéia de que um átomo seria como um sistema solar, e que os elétrons orbitam em torno do núcleo de forma semelhante àquela na qual um planeta orbita em torno do sol. Há também uma relação estrutural aqui, mas ela tem mais a ver com o comportamento dos objetos do que com sua forma ou com as proporções entre suas partes. Os modelos utilizados em túneis de vento e outros dispositivos de teste, por sua vez, devem possuir ambas as propriedades, ou seja, tanto a similaridade física, quanto aquela que está relacionada com o comportamento dos objetos. Mas a similaridade de comportamento está relacionada com outro aspecto dos modelos ou, mais exatamente, com o tipo de modelo que vamos comentar adiante, os modelos nomológicos.

Esses aspectos, e outros das diversas noções de modelo, podemos encontrar na literatura epistemológica, como aqueles postos em destaque por Mary HESSE (1966), especialmente a noção de analogia entre o modelo e o objeto modelado. Hesse se inspira nas idéias de Max Black, entre outros. Em seu livro *Models and Metaphors* (1962), BLACK apresenta a distinção entre os modelos em escala e aqueles que ele denomina “modelos de analogia.” Enquanto os primeiros são construídos com os

mesmos materiais que os objetos originais ou com materiais semelhantes – sendo, portanto, de fato, tentativas de aumentar ou reduzir tais objetos –, os modelos analógicos reproduzem apenas a estrutura do objeto original. Um de seus exemplos é aquele dos modelos hidráulicos para os sistemas econômicos. O objetivo de um modelo desse tipo é o de reproduzir as relações mais importantes entre as partes do objeto original. Black diz que se trata do mesmo tipo de correspondência que os matemáticos denominam “isomorfismo.” Segundo ele, trata-se de uma correspondência abstrata entre as estruturas dos dois objetos comparados: o original e seu modelo. Outros exemplos desse tipo de modelagem seriam os mapas em geral, de uma cidade, de um país, etc.

Contudo, Black discute ainda um terceiro tipo de modelo que ele denomina “teórico.” Segundo ele, esse é o tipo de modelo que os cientistas normalmente utilizam. Tal modelo é de natureza diferente dos dois primeiros. Black diz que um modelo teórico é abstrato e que não precisa ser construído, mas, ao contrário, apenas descrito pelos cientistas que o empregam. Ele fala, nesse caso, de modelos científicos conhecidos, como o plano inclinado, um modelo de átomo, etc. Mas as relações que há entre um modelo teórico e aquela situação original da qual ele é um modelo (isto é, o estado de coisas ou sistema que ele modela) são as mesmas que há entre um modelo analógico e o objeto do qual ele é um modelo. Ou seja, aqui também se trata de enfatizar a idéia central de uma similaridade de estrutura (BLACK 1962, cap. XIII, pp. 230ss).

Mary HESSE (1966, pp. 8ss et 58ss), por sua vez, introduz a idéia de que as analogias envolvidas nos modelos científicos são de três tipos diferentes. Tomemos um de seus exemplos, o modelo científico de um gás ideal como uma coleção de bolas de bilhar. Ao compararmos as moléculas do gás com

as bolas de bilhar, descobrimos aspectos semelhantes entre as duas coisas. Aqui, temos o que Hesse denomina “analogia positiva.” Segundo ela, ao contrário, a “analogia negativa” são aqueles aspectos nos quais (sabemos que) as bolas de bilhar e as moléculas do gás não são semelhantes. As primeiras, por exemplo, possuem cores diferentes, o que não é o caso das moléculas do gás. Por fim, o que Hesse denomina “analogia neutra” são aqueles aspectos ainda não descobertos, mas que podem ser quando explorarmos o modelo apresentado. Nesse caso, trata-se daquelas propriedades que não sabemos se os dois sistemas comparados possuem algo em comum ou não. O modelo é cientificamente útil porque vai nos ajudar a fazer descobertas a esse respeito.

Essa é uma capacidade apenas dos modelos teóricos, não dos modelos icônicos ou em escala. Esses últimos não podem nos ajudar a fazer descobertas sobre aspectos relevantes e ainda não conhecidos dos objetos que eles modelam. Por exemplo, seria muito surpreendente que o mapa de uma cidade revelasse partes da cidade que não eram conhecidas antes do mapa ser feito ou que o modelo em escala do 14-Bis revelasse propriedades aerodinâmicas do próprio avião que não eram conhecidas antes. Mas é exatamente a capacidade de nos ajudar quanto a isso em relação aos objetos modelados por um modelo científico que nos faz apostar em seu uso. Em outras palavras, os modelos científicos verdadeiros não são recursos pedagógicos para explicarmos o que já sabemos, mas recursos de pesquisa para conhecermos o que ainda não conhecemos.

Ernest Nagel é um outro filósofo da ciência no qual encontramos uma discussão do tema dos modelos. Em sua descrição dos componentes de uma teoria científica, NAGEL (1961, p. 90) identifica três elementos constitutivos daquilo que ele denomina um “sistema explicativo,” que são: (a) um

cálculo abstrato, que apresenta uma definição explícita das noções mais fundamentais daquele sistema; (b) um conjunto de regras para conferir conteúdo empírico ao cálculo e (c) uma interpretação ou modelo para tal cálculo ou aquilo que o coloca em relação com algo de conceitual ou de visualizável.

Nagel, de fato, fala dos modelos em termos bastante semelhantes àqueles utilizados por Mary Hesse. Por exemplo, ele diz que um modelo coloca em destaque determinadas analogias entre sistemas diferentes. Mas ele parece se restringir apenas ao papel meramente heurístico dos modelos enquanto tais tipos de analogias, e Frederick SUPPE (1977, pp. 98s) comenta que tanto Hesse quanto Nagel pensam que um modelo é alguma coisa de natureza icônica. Segundo Suppe, a diferença entre eles seria apenas que, enquanto Hesse emprega o termo ‘modelo’ para nomear sistemas que são apenas “imagináveis” ou que podem ser concebidos pelo pensamento, Nagel parece se restringir aos modelos físicos. Entretanto, não nos parece que essa interpretação de Suppe das idéias de Nagel seja sustentável. Ao contrário, o que nos parece é que Nagel emprega o termo ‘modelo’ de forma a englobar também aqueles sistemas que podem ser concebidos conceitualmente.

De fato, Nagel diz que, enquanto analogias, os modelos podem ser classificados em dois tipos gerais diferentes, que são o que ele denomina analogias “substantivas” e “formais.” As primeiras são aquelas que, a partir de nosso conhecimento das propriedades de determinado sistema, nos permitem formular uma teoria sobre as propriedades de um outro sistema, daquela forma, por exemplo, como temos com a analogia entre as bolas de bilhar e as moléculas de um gás ideal (NAGEL, 1961, pp. 110s). As analogias formais, por sua vez, diz Nagel, são bem diferentes. Por exemplo, há uma analogia formal na comparação entre as noções de massa na mecânica clássica e

na teoria da relatividade geral. Nesse caso, não há nenhum elemento visualizável ou icônico, mas apenas, como diz Nagel, uma “estrutura de relações abstratas.”

Essa concepção de modelo de Nagel é discutida também por Carl Hempel que, a nosso ver, diferentemente de Suppe, parece ter compreendido bem o que Nagel queria dizer quando falava da noção de modelo, e que ele não se limitava à idéia de modelo icônico. Hempel vai além das noções que comentamos até aqui. Ao comentar as idéias de Nagel, ele apresenta uma outra distinção que é bastante próxima daquela de Nagel entre analogias substantivas e analogias formais, mas que nos parece mais clara e mais interessante. HEMPEL (1977, pp. 251s) faz a distinção entre os modelos que ele denomina “analógicos” e aqueles que ele denomina “nômicos.”<sup>6</sup> Da mesma forma que aquelas analogias formais de Nagel, os modelos nomológicos de Hempel fazem uma comparação não entre a estrutura física de um sistema com aquela de um outro, mas entre os comportamentos dos dois sistemas que estão sendo comparados.

Enquanto os modelos analógicos, diz Hempel, podem ter um papel pedagógico e heurístico importante, mas apenas isso, o papel reservado aos modelos nomológicos é outro. Nesse caso, diz Hempel, os modelos indicam um “isomorfismo entre as leis que regem os dois processos.” Por exemplo, ao apresentarmos um modelo hidráulico para a corrente elétrica, estamos comparando o comportamento de dois sistemas, mas que são regidos por diferentes leis. Dizemos então que a corrente elétrica se comporta “como se” fosse um líquido que flui através dos canos de um sistema de canalização. É óbvio que nenhuma similaridade física é importante nesse caso, mas a de comportamento é, pois a corrente elétrica “parece fluir” pela rede elétrica como se fosse um líquido correndo através de canos.

Segundo Hempel, obviamente, é esse tipo de modelo que é o mais importante nas ciências, uma vez que é ele que desempenha um papel crucial no desenvolvimento de novas teorias e na compreensão de novos fenômenos. O modelo de Bohr, para o átomo de hidrogênio, e o modelo da molécula de DNA são os exemplos importantes apontados pelo próprio Hempel para ilustrar aquilo que ele estava dizendo. O aspecto importante aqui é o fato de que o modelo faz referência direta a determinadas leis científicas, pois são elas que, por assim dizer, são responsáveis por aquela similaridade de comportamento dos sistemas considerados na comparação.

Antes de passarmos a discutir nossa noção de modelo-réplica, que incorpora algumas das noções comentadas acima, em particular aquela de similaridade de comportamento envolvida na noção de modelo nomológico de Hempel, gostaríamos ainda de comentar as idéias de três outros autores, com as quais nossa noção de modelo-réplica está em convergência pelo menos parcialmente, a saber, as noções de modelo discutidas pelo próprio Suppe, por Ronald Giere e, finalmente, por Nancy Cartwright.

Frederick Suppe é um dos autores ligados à abordagem semântica que examina mais detalhadamente a noção de modelo que está envolvida nessa abordagem. Ao discutir a noção tal como ela aparece em outros filósofos que defendem esse mesmo ponto de vista, Suppe apresenta sua idéia de um sistema físico. A expressão que ele emprega, nesse caso, é diferente, mas vamos ver que sua idéia converge com aquela de modelo enquanto uma estrutura abstrata como estamos defendendo aqui.

Inicialmente, em algumas passagens, de fato, Suppe parece confundir aquilo que temos denominado “modelos nomológicos” com os modelos icônicos. Por exemplo, quando ele diz que uma teoria modela o comportamento de um sistema

possível em seu domínio de pesquisa, determinando a seqüência de ocorrência de determinados estados. Suppe está pensando precisamente nos estados físicos ou naqueles estados pelos quais passa um sistema físico. Entretanto, ele diz que, no caso dos modelos que desempenham o papel de representar tais estados, a correspondência entre o modelo e o comportamento de um sistema não precisa ser uma correspondência de identidade (SUPPE 1989, p. 153).

A passagem na qual se encontra tal observação não é suficientemente clara, e o próprio Suppe procura esclarecer o que ele pretende dizer, acrescentando uma nota em que ele se refere aos diferentes sentidos do termo ‘modelo’. Ele afirma que ele próprio está empregando esta palavra com o mesmo sentido da expressão ‘modelo icônico’ (SUPPE, 1989, p. 167). Há ainda um outro texto no qual Suppe atribui à abordagem semântica a concepção segundo a qual as teorias científicas são sistemas de relações que funcionam como modelos icônicos (SUPPE, 1989, p. 155). Entretanto, no mesmo texto, ele diz que os modelos dos quais os defensores da abordagem semântica falam, descrevem mudanças possíveis de estados que um sistema pode sofrer em circunstâncias idealizadas.

Nesse caso, o que nos parece é que Suppe não pode nos ajudar muito a compreender melhor o que são os modelos científicos, dado que ele parece querer falar do papel nomológico que eles desempenham, mas, de fato, ao mesmo tempo, parece acreditar que está falando simplesmente de modelos icônicos. Além disso, em outras passagens ainda, ele diz claramente que, de acordo com a abordagem semântica, as teorias científicas não devem ser interpretadas em termos lingüísticos, tal como o fazia a abordagem axiomática, mas que as teorias científicas devem ser interpretadas como estruturas abstratas que são, segundo ele, “modelos metamatemáticos” (SUPPE, 1989, pp. 82



e 84). Ora, isso acrescenta uma outra complicação a essa discussão, uma vez que Suppe parece estar falando do que temos indicado por meio da expressão ‘modelo matemático’, isto é, aquelas estruturas que permitem interpretar determinadas sentenças e teorias, como o próprio Suppe, aliás, explica o ponto.

Entretanto, apesar dessa aparente confusão das idéias relacionadas com os modelos nos textos de Suppe, por fim, ele apresenta uma noção que é bastante clara e que ele também procura ligar à sua versão da abordagem semântica, ou seja, a noção de sistema físico. Por exemplo, ao se referir ao plano inclinado, uma situação na qual temos fenômenos mecânicos tal como eles ocorreriam em circunstâncias sem atrito e sem outras interferências, Suppe diz que a teoria científica que diz respeito a tal situação possível, descreve o comportamento de alguns “sistemas abstratos” que são conhecidos como “sistemas físicos” (SUPPE, 1989, pp. 82ss).

Ele comenta ainda que os sistemas físicos dos quais está falando são “réplicas abstratas” dos fenômenos reais, isto é, tais fenômenos seriam como o modelo os descreve se não houvesse nenhuma outra interferência sobre o sistema. Isso significa, de acordo com SUPPE, que uma teoria, indiretamente, nos dá uma caracterização “contrafactual” dos fenômenos reais (1989, p. 83). Assim, temos aqui exatamente a noção de *réplica* que nos interessa e que associamos ao que vamos denominar “modelo-réplica.”

Além de Suppe, Ronald Giere é um outro filósofo da ciência ligado à abordagem semântica, que aborda o tema dos modelos de uma forma que converge com a concepção que desejamos defender. Ao tratar do assunto, ele emprega, por exemplo, a expressão ‘objeto abstrato’ (GIERE, 1999, p. 5) e ainda ‘entidade abstrata’ (GIERE, 1990, p. 78). Giere, assim como Suppe, e diferentemente de van Fraassen, defende uma versão realista da

abordagem semântica. GIÉRE fala de “modelos teóricos” que, segundo ele, são entidades abstratas que possuem determinadas propriedades que as teorias científicas lhes atribuem e que satisfazem determinadas leis (1990, pp. 78ss).

Segundo ele, podemos também falar de modelos no mesmo sentido em que o fazem os lógicos. Nesse ponto, assim como no caso de Suppe, nos parece que Giere não se dá conta da diferença entre esses dois tipos de modelos, os teóricos ou científicos e os modelos matemáticos ou semânticos, dos lógicos. Mesmo havendo uma relação importante entre os dois tipos de modelos, a nosso ver, trata-se de uma relação entre coisas diferentes, e não simplesmente de duas formas de descrever a mesma coisa.

Ainda que GIÉRE reconheça que os modelos científicos são entidades abstratas, ele os toma como representações (1990, p. 80). De fato, ele também é adepto da psicologia cognitiva e sustenta que os modelos são estruturas cognitivas (GIÉRE 1999, cap. 6). Isso, por sua vez, dá uma solução para o problema do estatuto ontológico dos modelos, mas uma solução diferente daquela que desejamos adotar. Quando Giere emprega então o termo ‘abstrato’ em relação aos modelos, ele está tomando o termo em um sentido bem diferente, portanto, daquele que desejamos lhe reservar. Para ele, um modelo é alguma coisa abstrata talvez no sentido de que não é uma coisa física ou material. O modelo seria então uma estrutura cognitiva de algum tipo, no mesmo sentido em que alguns defensores da psicologia cognitiva afirmam que uma idéia é uma entidade cognitiva. Mas isso ainda é bastante vago e só nos daria uma resposta satisfatória para a questão do estatuto ontológico dos modelos e das idéias se, adotando uma interpretação materialista, disséssemos que, afinal, uma entidade cognitiva é, de fato, uma entidade neurofisiológica, como uma rede de neurônios ou qualquer coisa desse tipo.

É certo que a noção de representação está ligada àquela de modelo. Pelo menos alguns tipos de modelos são claramente representações, como os modelos icônicos. Mas o ponto é exatamente aquele de encontrarmos características dos modelos científicos que não os deixem restritos apenas ao seu papel representacional. Segundo a concepção que desejamos sustentar, de modelo-réplica, determinados modelos são entidades abstratas semelhantes às entidades matemáticas e às entidades lingüísticas.

Apesar dessas diferenças entre nossa concepção e aquela de Giere, há duas outras idéias que ele defende que nos parecem adequadas a respeito dos modelos científicos. Em primeiro lugar, como já dissemos, dado que um modelo científico descreve o comportamento de um sistema, isso está relacionado com as equações que exprimem as leis que dizem respeito aos fenômenos de tal modelo (GIERE, 1999, p. 92). Em segundo lugar, o que é mais importante, Giere confere aos modelos um papel fundamental na prática científica e não apenas um papel abstrato na interpretação das teorias científicas. Esses são também, portanto, dois aspectos do pensamento de Giere nos quais ele se afasta de van Fraassen, que não confere nenhum papel relevante para as leis (VAN FRAASSEM, 1989) nem confere qualquer relevância para os modelos na prática científica, restringindo-se ao uso epistemológico da noção de modelo na interpretação das teorias científicas.<sup>7</sup>

Finalmente, Nancy CARTWRIGHT, em dois de seus livros, também apresenta idéias que são interessantes para a interpretação dos modelos científicos que desejamos defender enquanto entidades abstratas e réplicas de situações possíveis. Em *How the Laws of Physics Lie* (1983), ela utiliza o termo ‘simulacro’, dizendo que um modelo é uma obra de ficção que possui propriedades “de conveniência,” isto é, propriedades

que são introduzidas no modelo para tornar tratáveis os objetos dos quais ela fala (pp. 152ss). Um “simulacro,” no sentido evocado por Cartwright, é algo que possui a mesma aparência ou forma de outra coisa, sem possuir a mesma substância ou as mesmas qualidades próprias. Esse tipo de modelo, por exemplo, naquele caso do modelo das bolas de bilhar para os gases ideais, é um tipo de “réplica” da realidade (1983, p. 156).

Mais recentemente, em seu outro livro, *The Dappled World* (1999), CARTWRIGHT sustenta ainda essa mesma concepção, mas emprega então a expressão ‘modelos representativos’. Ela opõe tais modelos representativos ao que ela denomina “modelos interpretativos,” que são, aparentemente, os modelos matemáticos ou semânticos, dos lógicos (CARTWRIGHT, 1999, pp. 180s). A principal característica desse tipo de modelo é que ele é abstrato no sentido comum do termo. Nesse sentido, um modelo seria abstrato pelo fato de representar as coisas não de uma forma concreta, mas geral (1999, p. 47). Por exemplo, os modelos para as forças na mecânica newtoniana não acrescentam outras coisas concretas às coisas que, segundo a teoria, já existem na realidade física. O trabalho, por exemplo, não é algo a mais, além dos conceitos mais exatos que falam de outros aspectos da realidade. Cartwright compara o que quer dizer nesse caso com uma circunstância comum, na qual o mesmo termo, ‘trabalho’ por exemplo, também pode ser empregado. Ela diz que se uma pessoa prepara um jantar, lava a louça, etc., “trabalhar” não é uma outra coisa que se some àquelas coisas – concretas – já mencionadas.

Entretanto, a noção mais interessante que CARTWRIGHT apresenta em seu último livro é aquela de *máquina nomológica*, que ela também associa à noção de modelo (1999, pp. 53ss). Segundo ela, os modelos científicos são projetos de máquinas nomológicas. Isto é, um modelo nos guia nas operações que

podem nos levar a organizar as coisas de modo que elas exibam determinados fenômenos ou propriedades. Um modelo é, portanto, um projeto de um experimento. Ele é um experimento imaginário, em primeiro lugar, ou um projeto para realizar concretamente, se possível, o experimento real. Em outros termos, o modelo é a descrição de uma situação possível segundo a teoria adotada, uma descrição das relações entre determinadas coisas ou, de forma concisa, de uma máquina nomológica (que segue determinadas leis), como diz Cartwright.

Vamos resumir então as principais noções que desejamos associar aos modelos científicos, reunidas na concepção de *modelo-réplica* que vamos defender. O uso do termo ‘réplica’, nesse caso, deve ser compreendido do modo como Suppe o utiliza, por exemplo, e não no sentido ordinário e icônico de cópia. Para termos uma expressão também geral, podemos utilizar ‘modelo-cópia’. Ao contrário, o modelo-réplica é uma estrutura abstrata, que idealiza uma situação ou sistema possível e contém, portanto, o projeto de uma máquina nomológica. Ou seja, no modelo-réplica, valem determinadas leis que descrevem o comportamento de determinado sistema. Trata-se então de um modelo também nomológico. Os modelos científicos simples que encontramos na física, como o pêndulo e o plano inclinado, são bons exemplos do que estamos indicando com a expressão ‘modelo-réplica’. Ao apresentarmos um modelo como esses, estamos imaginando uma situação possível, estamos projetando um experimento ou uma máquina nomológica. Alguns modelos-réplica podem se tornar reais, outros permanecem apenas como experimentos imaginários. Em ambos os casos, o modelo-réplica enquanto tal é uma entidade abstrata.

Essa concepção coloca, obviamente, o problema do estatuto ontológico dos modelos-réplica. Dissemos acima que rejeitamos aquelas interpretações cognitivistas, em particular

aquelas que seriam dadas em viés fiscalista. Um modelo-réplica não é uma circunstância física qualquer nem uma estrutura cognitiva em qualquer sentido mentalista. O modelo-réplica tal como nós o concebemos, é abstrato no mesmo sentido em que dizemos que as entidades matemáticas são abstratas ou que as entidades lingüísticas são abstratas. Números, conjuntos, sentenças e proposições são coisas abstratas em um sentido filosoficamente aceitável, ainda que carente de uma interpretação mais exata. As interpretações mentalistas, neurofisiológicas ou cognitivistas, em geral, não nos parecem ser as melhores. Há uma outra interpretação que nos parece mais aceitável pelo simples fato de que ela envolva menos compromissos ontológicos, ao mesmo tempo em que dá conta do emprego dos modelos-réplica na prática científica e, como vamos ver na próxima seção, em nossas práticas cognitivas ordinárias.

A idéia, que também está em Cartwright, consiste em tomar os modelos como prescrições para a construção de máquinas nomológicas. Temos então uma interpretação operacionalista dos modelos e das leis, que valem naquelas circunstâncias descritas pelo modelo. Não se trata do tipo de operacionalismo sobre os conceitos, tal como temos, por exemplo, num autor como Bridgman. Ao contrário, são as leis científicas que são tomadas de forma operacionalista, ou seja, como prescrições do comportamento dos cientistas que vão construir a máquina nomológica descrita no modelo. Isso significa que o modelo-réplica dirige o comportamento do cientista, mas não diretamente dos fenômenos exibidos naquela circunstância descrita no modelo.

Essa concepção obviamente evita, ao mesmo tempo, o realismo científico e o mentalismo, além do fiscalismo e do cognitivismo. Os modelos-réplica são abstratos no mesmo sentido em que uma teoria é abstrata, ou que uma sentença de

uma linguagem, ou ainda uma entidade matemática qualquer é abstrata. Eles estão relacionados diretamente com a ação investigativa dos cientistas e por isso não precisam ser necessariamente relacionados com qualquer outro nível de realidade que possa explicar o que é para uma entidade ser uma entidade abstrata, como números e conjuntos, proposições e sentenças, leis e modelos científicos.<sup>8</sup>

### 3. OS MODELOS NO CONHECIMENTO COMUM

As duas características centrais dos modelos-réplica ou modelos científicos (para simplificar, doravante, pressupondo a concepção acima apresentada, vamos dizer apenas “modelos”) são suas dimensões nomológica e analógica. A primeira dessas características foi mais discutida acima que a segunda. Enquanto o caráter nomológico dos modelos tem uma relação mais direta com o fato de que um modelo é uma entidade abstrata ou projeto de máquina nomológica, o caráter analógico dos modelos tem mais a ver com o uso de modelos ou com a pragmática da investigação científica. Esse é um aspecto que ainda não enfatizamos suficientemente, embora tenhamos também mencionado as idéias de Black e Hesse, cujas discussões se dirigem mais para esse ponto.

A dimensão analógica de um modelo científico tem a ver com o uso que os cientistas fazem dele, e a similaridade é um aspecto essencial da construção e uso de modelos. Em primeiro lugar, via de regra, um modelo é construído em analogia com outras situações conhecidas – seja por meio de outros modelos, seja por meio de observações e experimentos. Assim, analogia e similaridade são também aspectos relativos à própria construção de modelos e não apenas da comparação entre os modelos e determinadas situações reais. Em segundo

lugar, depois de elaborado, um modelo pode ser utilizado para diversas finalidades, entre as quais a elaboração de outros modelos ainda. Esse uso é essencialmente fundamentado numa relação de similaridade ou analogia entre a situação já descrita no modelo e uma nova situação. Para utilizarmos uma metáfora comum, os modelos são “ferramentas conceituais” da prática científica rotineira ou, mais exatamente, são verdadeiros “andaimes intelectuais” que utilizamos em diversas situações de pesquisa científica.

Em relação a uma situação real e conhecida, o modelo nos auxilia, por exemplo, a elaborar as leis que ali se aplicam. Em relação a situações novas, o modelo nos ajuda a aplicar uma teoria a novos casos e, portanto, a pôr ordem no mundo da experiência. O caso das espécies naturais, discutido por Quine, como vimos acima, é um bom exemplo do uso – tanto nas ciências quanto no conhecimento ordinário – de modelos das duas maneiras que acabamos de indicar. Do ponto de vista científico, interessaria mais discutir, obviamente, o caso das espécies naturais, pelo menos para as ciências da natureza, mas podemos estender os mesmos comentários para aquelas espécies de objetos que nos auxiliam a pôr ordem em nossa experiência da vida social – as espécies sociais – e àquelas que nos ajudam a pôr ordem em nossa experiência daqueles objetos que, produzidos socialmente e sendo coisas materiais, ganham também certa especificidade – as espécies artificiais ou fabricadas. E no conhecimento ordinário, os três casos são importantes.

Em todos eles, como vamos argumentar nessa seção, os modelos são utilizados segundo sua dimensão analógica, com base na similaridade neles incorporada, seja na atividade científica profissional, seja no conhecimento ordinário. Assim, ao contrário de Quine, não achamos que a noção comum de si-



milaridade seja abandonada pela prática científica sofisticada e que ela tenha um papel importante apenas no conhecimento comum. No que diz respeito à prática científica profissional, às teorias científicas maduras e seus modelos, a similaridade é incorporada nos próprios modelos de uma teoria, enquanto que, no conhecimento ordinário, por falta de modelos mais detalhados e sofisticados, um tipo de similaridade intuitiva ou independente estaria mais presente.

Do ponto de vista de um programa científico de pesquisa, presidido por uma teoria e que seja desenvolvido por meio de determinados modelos, as situações do mundo descrito por aquela teoria que são semelhantes umas às outras (apesar das aparências ordinárias), são aquelas situações correlacionadas pelos modelos da teoria. O homem comum não vê qualquer semelhança relevante, por exemplo, entre um plano inclinado e um pêndulo, mas Galileu viu. O plano inclinado ideal e o pêndulo ideal, para a mecânica clássica, são modelos ligados à mesma teoria. O homem comum vê certa similaridade entre baleias e peixes, uma similaridade irrelevante para a teoria biológica atual, pois não é o mesmo modelo de organismo que se aplica a cada um desses grupos de animais. Esse é um aspecto que Quine menciona em seu texto, mas, a nosso ver, sem tirar dele as conseqüências adequadas que podemos tirar, na medida em que estivermos de posse de uma concepção clara dos modelos científicos, tema do qual Quine não se ocupa.

O uso da noção de espécie natural, ainda no âmbito científico, sem dúvida, é um bom exemplo daqueles dois movimentos possíveis por meio de um modelo como ponto de comparação, isto é, a constituição de um modelo em analogia com uma situação real e conhecida e a aplicação do modelo a situações novas, embora esse segundo movimento seja mais comum. Por exemplo, ao encontrarmos uma nova planta ou um

novo animal cuja ocorrência ainda não tinha sido registrada, primeiro procuramos ver se tal planta ou animal se encaixa nos modelos das espécies conhecidas. E aqui, para não se deixar levar pelas aparências ordinárias que guiariam uma investigação feita pelo homem comum, o biólogo vai lidar com uma multiplicidade de modelos aparentados, com uma família de modelos que o auxiliam a determinar o grau de similaridade entre o espécime encontrado e aqueles que são descritos nos modelos disponíveis.

Entretanto, no caso de nenhuma similaridade relevante poder ser estabelecida entre a descrição do espécime e o *espécime-tipo* dos modelos conhecidos, forçosamente o biólogo vai elaborar um novo modelo que possa se aplicar àquele espécime e a sua suposta espécie e que seja compatível com os outros modelos já disponíveis, segundo sua teoria. Assim, o modelo de uma espécie natural é um espécime-tipo, aquele exatamente com o qual um novo indivíduo é comparado, para podermos dizer se ele pertence ou não a determinada espécie biológica. Isso não elimina casos anômalos, falhas e rupturas que possam levar a uma revisão mais radical do sistema de modelos, mas isso é caso rotineiro nas ciências. Ainda que a similaridade entre o espécime-tipo e os indivíduos de uma espécie natural possa ser explicada por outros elementos da teoria, como argumenta Quine, tais outros elementos, por sua vez, são também modelos, embora relativos a outros níveis de descrição.

Quine toma o exemplo da solubilidade, que se aplica a espécies químicas. É verdade que a solubilidade de um sal é explicada pela moderna teoria química em termos de uma estrutura microscópica. Mas tal estrutura é descrita em modelos da teoria, modelos das moléculas e átomos que as compõem. Assim, passarmos para níveis mais sofisticados de descrição e explicação — nesse caso, o nível microscópico — não elimina a

noção de similaridade, mas apenas mostra que a similaridade tem seu papel modificado e que ela passa a ser dependente de modelos, enquanto que, no conhecimento ordinário, ela poderia ser independente e mesmo geradora dos primeiros modelos ou espécimes-tipo que vão caracterizar determinada espécie.

Aqui temos um dos pontos em que podemos dizer, concordando com Quine, que as noções científicas resultam de refinamentos metodológicos das noções comuns. Um novo modelo científico pode ter sua origem em outros modelos científicos, mas pode também derivar de noções comuns. Assim, sem precisarmos pressupor que haveria sempre um modelo anterior e então poderemos evitar uma regressão ao infinito, podemos identificar a origem de determinados modelos ou de um primeiro modelo numa noção comum de similaridade, ainda que ela não precise ser interpretada, como Quine o faz, como resultado da evolução da espécie humana, sem precisarmos falar de um “faro inato” que teríamos para identificar espécies naturais.

A mesma similaridade primitiva que pode atuar diretamente no conhecimento comum — e que, em última instância, também poderia atuar nos programas científicos de pesquisa, embora aí seja menos necessária, uma vez que temos sempre modelos bem elaborados — para identificarmos espécies naturais, também nos auxilia a estabelecer as espécies sociais e artificiais. E ninguém gostaria, sob pena de ser acusado de fazer reificações indevidas, de dizer que possuímos também um “faro inato” para identificar espécies sociais e artificiais. Isso seria realmente muito surpreendente do ponto de vista evolutivo que Quine adota. É desnecessário, de nosso ponto de vista, para todos os casos de espécies.

A situação no conhecimento ordinário — e que também poderia ser o caso, em algumas circunstâncias, do traba-

lho científico — é que, muitas vezes, diante de um novo objeto da experiência, não temos espécimes-tipo disponíveis que ajudem a classificá-lo. Se fosse o caso de postularmos alguma característica evolutiva para explicarmos o conhecimento humano, talvez fosse então mais conveniente falarmos de uma propensão que teríamos para pôr ordem nos objetos da experiência. Mas, realmente, isso seria um exagero, pois qualquer propensão humana (e de outros animais) para colocar ordem em seu ambiente e nos objetos que o povoam pode ser explicada simplesmente apelando para a própria aprendizagem e para a herança cultural de determinadas práticas cognitivas, em última instância, de padrões compartilhados de comportamento — não apenas de comportamento cognitivo.

Por outro lado, o fato de que, aparentemente, no conhecimento comum, um tipo direto de similaridade atue com certa frequência — ou com *mais* frequência — que na atividade científica profissional, não elimina a possibilidade de haver modelos também ali e que coloquemos ordem no mundo da experiência por meio da comparação de novos indivíduos que surgem em nossa experiência comum com espécimes-tipo já dados. Ora, talvez apenas uma cultura extremamente primitiva e elementar — e, quem sabe, que nos deixasse mesmo na dúvida de classificá-la como uma “cultura” tipicamente humana — seria tão carente de espécimes-tipo para indivíduos de espécies das três categorias que mencionamos: naturais, sociais e artificiais. Qualquer situação cognitiva desse tipo, em qualquer cultura humana conhecida, conta com uma multiplicidade de “modelos” que indicam o “tipo” com o qual devemos comparar determinado objeto.

Apenas as novidades radicais é que nos fariam apelar para um tipo de similaridade original, direta e cognitivamente mais fundamental. E, com certeza, como argumenta Quine,

tal uso da similaridade teria de ter como base elementos da experiência humana elementar, como as cores, pressupondo que todos os indivíduos de determinada espécie (como nós, os humanos) compartilham os mesmos padrões “inatos” de similaridade nesse sentido. Nesse caso, eles são inatos unicamente pelo fato de dizerem respeito à constituição neurofisiológica de um indivíduo normal (ou padrão), o que, aliás, também está descrito em um modelo que nos dá o indivíduo-tipo.

Com base nisso, de fato, podemos dizer que vermelho e laranja são mais similares entre si que qualquer um deles com azul ou verde. Assim, a “natureza” sempre nos auxiliaria onde a cultura deixa de fazê-lo. Mas isso ainda é vago e, de fato, de pouco poder explicativo para o conhecimento humano ordinário. Pois as próprias cores podem seguir – e, de fato, seguem – padrões de similaridade socialmente compartilhados. É aí que a linguagem também atua, como o próprio Quine nos ensina. Nessa parte da experiência comum, encontramos diversos modelos que não têm nenhuma utilidade científica conhecida, mas que são importantes na atividade de colocar ordem nos objetos da experiência comum.

As classificações sofisticadas que estão associadas aos modelos ou espécimes-tipo utilizados pelas ciências, colocam ordem no mundo descrito por determinada teoria científica. Do mesmo modo, para colocarmos ordem nos objetos do mundo da experiência comum, também precisamos de determinados modelos ou espécimes-tipo para espécies naturais, sociais e artificiais. E aqui, assim como no caso científico, o duplo papel dos modelos é evidente. O espécime-tipo é utilizado para podermos incluir um novo indivíduo em um grupo ou classe e, em contrapartida, o espécime-tipo é modelado a partir dos indivíduos pertencentes à determinada classe ou grupo.

Nossa concepção de que o espécime-tipo que caracteriza uma espécie (natural, social ou artificial) é um modelo-réplica, tal como expusemos essa idéia na seção precedente, resolve um dos problemas filosóficos mais delicados que há em relação a esse tema, que é aquele do estatuto ontológico das espécies. O problema se torna mais grave à medida que nos distanciamos de espécies artificiais e nos aproximamos de espécies naturais, estando as espécies sociais, de alguma forma, em uma posição intermediária. Agruparmos os objetos fabricados por nós (como, mesas, cadeiras, livros, etc.) em classes distintas parece nos indicar apenas convenções úteis. Qualquer dúvida sobre a classe a que deve pertencer determinado objeto desse tipo pode ser dirimida mediante uma consulta a seu construtor ou projetista, que vai nos dizer qual é a finalidade que ele conferiu ao objeto que fabricou ou projetou.

Quando agrupamos os objetos sociais — como determinadas instituições, por exemplo, famílias, países, corporações, sindicatos, clubes, etc. —, estamos lidando com objetos que, aparentemente, embora sejam também “fabricados” por nós, possuem certa “autonomia,” certas características próprias que só podemos conhecer observando tais entidades, pois, em geral, não podemos consultar o inventor de uma dessas instituições. É mesmo que o possamos, uma entidade social dos tipos acima mencionados e de outros, realmente, tem certa autonomia tanto em relação a seu possível inventor quanto em relação à vontade e às intenções dos indivíduos que a ela pertencem em determinado momento. Em um momento futuro, outros indivíduos podem modificar sua constituição social e, portanto, apenas uma pesquisa empírica pode nos conduzir a um conhecimento adequado de tais entidades.

Tocamos aqui num problema epistemológico fundamental das ciências sociais. O apelo à experiência e à observação

parece ser aquilo que as pode aproximar metodologicamente das ciências naturais e que faria delas ciências empíricas rigorosas. Mas, por outro lado, esse recurso metodológico as faz correrem o risco de cometer aqueles erros ontológicos que os filósofos da ciência e os opositores de determinada teoria social comprazem-se em apontar: as chamadas reificações inadequadas a que já nos referimos. Não podemos tratar as entidades sociais e as espécies sociais como “coisas”, do mesmo modo como podemos fazer com as coisas fabricadas. O que permite incluir determinado indivíduo em determinada espécie social não pode ser o mesmo tipo de coisa que permite incluir um objeto fabricado em sua espécie. Um brasileiro não pode estar incluído nessa espécie social – dos brasileiros – do mesmo modo que um livro está incluído na espécie fabricada dos livros. A sociologia e a antropologia podem nos apresentar teorias das quais derivem critérios para resolver esse problema no âmbito da prática, de pôr ordem nos objetos sociais de nossa experiência, mas o problema ontológico sempre permanece em aberto para o filósofo.<sup>9</sup>

Ele também existe – e com mais gravidade talvez – no caso das espécies naturais. O que faz um gato ser incluído na espécie natural a que ele pertence não é nem o tipo de coisa que nos permite incluir um brasileiro entre os brasileiros, nem um livro entre os livros. Igualmente, o que permite incluir determinada amostra de um sal como uma amostra de cloreto de sódio, e não de cloreto de potássio, é algo dissimilar. Nesses dois casos de espécies naturais, as ciências modernas, como aponta Quine em seu texto em relação à química, podem recorrer a outros níveis de descrição, possíveis apenas no interior dos programas científicos de pesquisa.<sup>10</sup>

Assim como a química pode recorrer à estrutura molecular, hoje, a biologia pode recorrer à estrutura da molécula de

DNA. Mas, como dissemos, isso apenas transfere o problema de formular uma teoria e seus modelos para esse outro nível de descrição da realidade. Se um gato é um gato porque possui o DNA de um gato, assim como as características aparentes de um gato permitiriam formular um modelo de gato, ou gato-tipo do mesmo modo, o que a teoria nos dá é um modelo do DNA de gato. Nos dois níveis de descrição, os modelos estão presentes e ambos estão ligados à noção de similaridade, como já enfatizamos suficientemente acima.

O problema do estatuto ontológico dos modelos-réplica em geral ficou provisoriamente resolvido na seção precedente, quando os comparamos com as entidades lingüísticas e matemáticas. No que diz respeito então aos espécimes-tipo, que são modelos nesse sentido, o problema está igualmente resolvido, embora também provisoriamente. Identificamos uma espécie (natural, social ou fabricada) com o indivíduo-tipo ou espécime-tipo, que é um modelo abstrato do mesmo tipo que encontramos em outras partes da atividade científica. Uma espécie é uma abstração como qualquer outro modelo, o que nos impede de cometermos aquelas reificações indevidas que desejamos evitar e também nos impede de aderir a alguma forma de realismo científico precipitado, a um realismo de espécies naturais, por exemplo.

Em todos os casos de espécimes-tipo, de espécies naturais e de modelo-réplica em geral, estamos lidando com abstrações que fazemos para colocarmos ordem em nossa experiência do mundo. Na ciência, atingimos níveis de abstração maior, de generalidade e de rigor que não são possíveis no conhecimento comum. Mas também nela temos a ação do mesmo tipo de ferramenta intelectual que, embora de maneira mais limitada, coloca ordem na experiência comum. A matemática possui o tipo de abstração mais alta, mas, ao mesmo tempo, mais elementar



que possamos ter. E podemos dizer que, em última instância, coisas como os números naturais são modelos rudimentares que nos auxiliam na experiência comum, já que podem ser encarados como abstrações feitas a partir de situações comuns. Embora de formas diferentes e em proporções diferentes, do mesmo modo que a similaridade e os modelos, a matemática está presente em toda nossa atividade de pôr ordem no mundo, seja nas ciências, seja no conhecimento ordinário.

Em relação ao uso de modelos-réplica, do tipo daqueles que temos nas espécies e em seus espécimes-tipo, nas práticas cognitivas comuns, podemos mesmo acrescentar que se trata de uma atividade cognitiva do nível mais fundamental da qual derivam e são constituídas tantas outras. Nenhuma ciência e nenhum conhecimento são possíveis sem a prática de pôr ordem nos objetos da experiência. E embora, em muitos casos, como comentamos, tenhamos de recorrer diretamente a certa similaridade primitiva ou mais radical, de fato, na maioria dos casos, mesmo no conhecimento ordinário, o que temos é uma noção de similaridade que deriva de modelos, que está incorporada em modelos ou indivíduos-tipo.

Essa é uma alternativa que resolve de maneira diferente, mas não elimina aquela solução proposta por Quine, pois poderia então ser que, simplesmente, nos colocássemos naquele dilema de saber se é a similaridade ou o indivíduo-tipo que vem primeiro, uma discussão típica que, em filosofia, reedita sempre o velho problema do ovo e da galinha. Mas esse problema é menos urgente do que possamos crer. Em primeiro lugar, o uso de indivíduos-tipo (que são modelos) é mais freqüente do que podemos acreditar inicialmente, e uma similaridade fundamental atua menos do que parece necessário. Em segundo lugar, muitas vezes, como argumentamos no caso das cores, a similaridade está, de fato, incorporada em modelos também

no conhecimento ordinário e não apenas no caso do conhecimento científico e de seus modelos mais sofisticados.<sup>11</sup> Uma coleção de modelos (indivíduos-tipo) compartilhados é nosso recurso cognitivo mais comum e, no que diz respeito à pragmática da investigação comum, mais fundamental.

## CONCLUSÃO

Na discussão da seção precedente, colocamos a atividade de pôr ordem no mundo da experiência como aquela atividade cognitiva mais fundamental, na qual utilizamos modelos mais e menos rudimentares, seja no conhecimento ordinário, seja no conhecimento científico. Nesse seu papel, os modelos incorporam aquelas semelhanças relevantes entre os objetos, aqueles seus aspectos que vão nos permitir classificá-los por meio da comparação com o indivíduo-tipo que o modelo para uma espécie nos dá. Os modelos exibem desse modo, uma de suas características essenciais, ou seja, seu caráter analógico.

Entretanto, aparentemente, seria apenas quando exploramos a outra característica fundamental dos modelos, o fato de que eles são projetos de máquinas nomológicas, que passamos do âmbito do conhecimento comum para aquele das ciências e para o emprego de teorias e métodos desenvolvidos e mais sofisticados. O caráter nomológico dos modelos não apareceria tanto, poderíamos dizer, em seu emprego no âmbito do conhecimento ordinário. Nesse caso, se um modelo é uma espécie de “gabarito” com o qual comparamos determinados indivíduos para podermos colocá-los ou não em determinadas classes de objetos, a dimensão nomológica dos modelos parece ser supérflua e mesmo inexistente, o que poderia então nos sugerir uma espécie de critério de demarcação entre as ciências e o conhecimento comum.

Esse é um aspecto da relação entre o conhecimento comum e as ciências – um tipo de dissimilaridade – que poderia servir de refutação à concepção de Quine de uma continuidade entre o conhecimento ordinário e a ciência, concepção quiniiana esta que endossamos. Ora, em primeiro lugar, vale lembrar que a atividade de classificação dos modelos que encontramos nos indivíduos-tipo não está presente apenas no conhecimento comum, como vimos, mas também nas ciências, particularmente em algumas delas que são mais dependentes dessa atividade, como a biologia e a química, mas que não é estranha a outras ciências que, à primeira vista não seriam tão carentes de uma atividade classificatória, como a física. De fato, em todas as ciências, a investigação não começa sem antes colocarmos ordem nos objetos com os quais vamos lidar, e isso vale para a física e todas as ciências, naturais, sociais e mesmo para a matemática.

Em segundo lugar, o uso de modelos como projetos de máquinas nomológicas não é estranho ao conhecimento ordinário, nem àquela área que, de certo modo, se encontra a meio caminho do saber comum e das ciências – a técnica. Quando o agricultor, o hortelão e o jardineiro utilizam seu conhecimento das plantas com as quais lidam e fazem polinizações artificiais e enxertos, quando o criador de animais utiliza certo conhecimento para fazer cruzamentos entre as raças de animais que cria, para conseguir indivíduos com características que lhe interessam, e assim por diante, não se trata mais de pôr ordem nos objetos da experiência, mas de explorar a dimensão nomológica dos modelos que lhe dão o indivíduo-tipo de uma espécie. Essa interferência sobre os objetos não é menos importante para o conhecimento humano que aquela que os cientistas profissionais podem realizar em seus laboratórios, quando podem se tornar reais algumas das

situações descritas pelos modelos da teoria que eles aceitaram ou construíram.

E, por fim, há um caso mais comum que nos envolve diariamente a todos nós no uso dos modelos-réplica, de indivíduos-tipo e seu comportamento e que não tem nenhuma relação especial nem com as ciências profissionais, nem com a técnica, mas que possui uma relevância social considerável e mesmo um papel decisivo para nossa interferência em determinadas instituições. Trata-se do uso que fazemos de modelos também para compreendermos e lidarmos com as pessoas com as quais convivemos. Não estamos falando aqui do caso de uso de teorias pseudocientíficas, como a astrologia, mas de um tipo rudimentar de psicologia, às vezes denominada “psicologia popular”, e que muito legou às próprias escolas de psicologia científica, segundo alguns.

O conhecimento humano, seja em sua versão mais rudimentar que temos no dia a dia, seja em sua versão mais sofisticada dos programas científicos de pesquisa, é um dos casos de nosso comportamento compartilhado, da convivência entre seres humanos que utilizam modelos para compreender o mundo, o que inclui compreender-se e poder, em certa medida, dirigir o comportamento uns dos outros. Quando um de nós é bem sucedido em lidar com uma pessoa notoriamente “difícil”, por exemplo, vemos que a dimensão nomológica dos modelos que utilizamos no conhecimento ordinário se mostra com toda clareza e com toda sua força. Os políticos, os vendedores e os bons educadores são especialistas no uso desse tipo de modelo. A predição e o controle dos fenômenos não decorrem diretamente das teorias, mas de seus modelos.

**Abstract:** In this paper, I try to argue that both science, as a specific kind of knowledge, and human knowledge in general are activities of constructing models. In the first part, I present my conception according to which

scientific models are abstract entities, and that scientific theories may be interpreted as classes of models as abstract replicas of real settings, in which certain laws apply. In the second part, I try to extend that same conception to ordinary human knowledge, particularly to the case of the cognitive activity of classifying objects of experience.

**Key-words:** science, human knowledge, models, abstract intities.

## NOTAS

1. Cf. ainda DUTRA (2004), para uma elucidação do tipo de operacionalismo do qual desejamos aproximar a posição aqui defendida.
2. Discutimos o tema dos modelos e apresentamos esta mesma concepção em DUTRA (2005) e em DUTRA (200+, cap. 4); sobre a aplicação da mesma noção às espécies naturais, cf. DUTRA (200+, cap. 7).
3. De fato, na maior parte dos autores ligados à abordagem semântica, o termo é empregado com ambigüidade. Em parte, esta seção procura esclarecer esse uso, assim como fizemos em DUTRA (2005). Cf. também ABRANTES (2004), para uma visão história do uso do termo pelos filósofos da ciência no século XX, inclusive os defensores da abordagem semântica.
4. O termo ‘modelo’ é certamente empregado por diversos autores para indicar representações, como discutimos em DUTRA (2005 e 200+, cap. 4). Entretanto, o que desejamos sustentar, como ficará claro na sequência, é que, além dos modelos como representações, temos também os modelos como abstrações. Os modelos icônicos, dos quais falaremos abaixo, são representações. Além disso, alguns autores (como Giere) procuram aproximar as noções de modelo como representação e como abstração, o que não desejamos fazer aqui.

5. Há uma relação importante entre os modelos matemáticos e aqueles que denominaremos abaixo “modelos-réplica,” mas vamos deixar esse ponto aqui sem uma discussão mais aprofundada. Contudo, Cf. DUTRA (200+, cap. 4).
6. Referindo-nos ao mesmo tipo de modelo, vamos denominá-los abaixo “modelos nomológicos,” e vamos comentar a dimensão nomológica dos modelos, o que, a nosso ver, resgata a mesma idéia de Hempel.
7. De fato, como ainda argumentaremos, as leis são inelimináveis, uma vez que elas se aplicam diretamente àquelas situações possíveis descritas pelos modelos-réplica. Sobre este ponto, Cf. DUTRA (200+, cap. 5).
8. O tipo de operacionalismo defendido aqui é aquele sustentado por Skinner, como comentamos em DUTRA (2004).
9. Estes e outros temas ligados ao problema do estatuto ontológico das entidades sociais são discutidos de forma bastante detalhada por RUBEN (1985).
10. Como é conhecido, estes e outros temas relativos às espécies naturais são tratados em vasta literatura, mas cf., em particular, KRIPKE (1980). Em DUTRA (200+, cap. 7), apresentamos outras referências importantes, assim como discutimos esse ponto mais longamente.
11. Por exemplo, para o conhecimento comum (mas não para a botânica), a cor verde é um traço característico desse tipo de objeto natural, fazendo parte de um modelo “geral” de vegetal.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. **Models and the dynamics of theories.** *Philosophos*, v. 9, nº 2, p. 225–269, 2004.

BLACK, M. **Models and metaphors**. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1962.

CARTWRIGHT, N. **How the laws of physics lie**. Oxford: Oxford University Press, 1983.

\_\_\_\_\_. **Dappled world: a study of the boundaries of science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

DUTRA, L. H. de A. Behaviorismo, operacionalismo e a ciência do comportamento científico. *Philosophos*, v. 9, nº 2, p. 179–206, 2004.

\_\_\_\_\_. Os modelos e a pragmática da investigação. *Scientiae Studia*, v. 3, n. 2, p. 205–32, 2005.

\_\_\_\_\_. *Pragmática da investigação científica*. Em preparação, 200+.

GIERE, R. N. **Explaining science: a cognitive approach**. Chicago e Londres: The University of Chicago Press, 1990.

\_\_\_\_\_. **Science without laws**. Chicago e Londres: The University of Chicago Press, 1999.

HEMPEL, C. G. 1977. Formulation and formalization of scientific theories. A Summary-Abstract. In: SUPPE. **The structure of scientific theories**. Urbana: University of Illinois Press, p. 244–265, 1977.

HESSE, M. B. **Models and analogies in science**. Notre Dame: The University of Notre Dame Press, 1966.

KRIPKE, S. A. **Naming and necessity**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1980.

NAGEL, E. **The structure of science**. Nova York: Harcourt, 1961.

QUINE, W. V. O. Natural kinds. In: \_\_\_\_\_. **Ontological relativity and other essays**. Nova York: Columbia University Press, 1969a.

\_\_\_\_\_. Epistemology naturalized. In: \_\_\_\_\_. **Ontological relativity and other essays**. Nova York: Columbia University Press, 1969b.

RUBEN, D.-H. **The metaphysics of the social world**. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1985.

SUPPE, F. (org.). **The structure of scientific theories**. Urbana: University of Illinois Press, 1977.

\_\_\_\_\_. **The semantic conception of theories and scientific realism**. Urbana e Chicago: University of Illinois Press, 1989.

VAN FRAASSEN, B. C. **The scientific image**. Oxford: Clarendon Press, 1980.

\_\_\_\_\_. **Laws and symmetry**. Oxford: Clarendon Press, 1989.