Revista Portuguesa de Filosofia
ISSN 0870-5283; 2183-461X

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.

Modelos. Um lugar quase imperceptível da relação ciência e arte

Pombo, Olga

Pages 2155-2170
ARTICLE DOI **https://doi.org/10.17990/RPF/2019_75_4_2155**

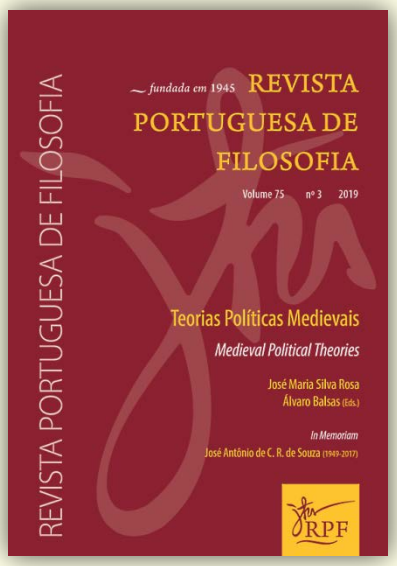
Modelos e Metáforas: Arte e Ciência
Models and Metaphors: Art and Science
Álvaro Balsas; Yolanda Espiña (Eds.)

75, Issue 4, 2019
ISSUE DOI **10.17990/RPF/2019_75_4_0000**

Your article is protected by copyright © and all rights are held exclusively by *Aletheia – Associação Científica e Cultural*. This e-offprint is furnished for personal use only (for non-commercial research and education use) and shall not be self-archived in electronic repositories. Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

If you wish to self-archive your article, contact us to require the written permission of the RPF's editor. For the use of any article or a part of it, the norms stipulated by the copyright law in vigour are applicable.

Authors requiring further information regarding Revista Portuguesa de Filosofia archiving and manuscript policies are encouraged to visit: http://www.rpf.pt



© 2019 by Revista Portuguesa de Filosofia | © 2019 by Aletheia – Associação Científica e Cultural
Revista Portuguesa de Filosofia, Faculdade de Filosofia e Ciências Sociais de Braga, Praça da Faculdade, N.º 1, 4710-297 Braga (Portugal). Phone +351 253 208 080. www.rpf.pt | rpf.aletheia@gmail.com

Revista Portuguesa de Filosofia, 2019, Vol. 75 (4): 2155-2170.
© 2019 by Revista Portuguesa de Filosofia. All rights reserved.
DOI https://doi.org/10.17990/RPF/2019_75_4_2155

Modelos. Um lugar quase imperceptível da relação ciência e arte

OLGA POMBO *

Abstract

This article advances one hypothesis: scientific models reunite a set of non-linguistic determinations which show a subtle – almost imperceptible – proximity between the scientific and the artistic activity. The article does not attempt to see how the scientific model can be a source of inspiration for artistic production, or conversely, how the work of art can inspire modeling in science. The purpose of the article is another. It aims at identifying the determinations that allow to recognize the proximity between scientific models and works of art and at seeing how the basis of each of them is inhabited by a common imaginative nature, by a similar capacity of openness to the new, by an equal passion for space. That is, the article aims at analysing the heuristic nature, the analogical features and the spatialization tendency of scientific models and to perceive how these three determinations reveal an inexorable, albeit modest, proximity between the scientific model and the work of art. We hope to contribute to, among many secret passages that have already been identified between science and art, to point out another possibility. Almost imperceptible.

Keywords: analogy, art, heuristics, image, models, spatialization.

1. Hipótese

Na ausência de novas teorias fundamentais que possam unificar os resultados, cada vez mais numerosos, que as muitas disciplinas, subdisciplinas, especialidades e subespecialidades produzem a uma velocidade inaudita, as ciências hoje constroem modelos, usam modelos, recorrem a modelos, isto é, reveem-se preferencialmente na figura do modelo. Face à carência de novas teorizações, ciências tão diversas como a física ou a química, a psicologia, as ciências da computação, as neurociências ou a economia estão dependentes, de forma cada vez mais intensa e eufórica, da construção e uso desses dispositivos heurísticos a que chamamos modelos.

Trata-se de uma novidade relativa. Relativa porque as ciências sempre recorreram a modelos. Desde o modelo do pendulo desenhado por Galileu, ao modelo arquitectónico das esferas de Kepler, até à magnífica

* Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
✉ ommartins@fc.ul.pt

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

série de modelos do átomo (de Galton, Thomson, Rutherford e Bohr) ou ao modelo, também ele arquitectónico, do ADN de Crick e Watson, os exemplos da história da ciência são constantes. No entanto, ainda que tenham sido importantes, ou mesmo decisivos, para construir conhecimento novo, esses modelos tendiam a ser vistos, pelos próprios homens de ciência que os construíam ou utilizavam, como meros recursos auxiliares, com funções apenas exemplificativas, ilustrativas ou comunicativas.

Uma similar posição se manifestava do lado da filosofia da ciência no contexto da qual os modelos eram em geral ignorados, esquecidos, desvalorizados. No inicio do século XX, um pensador da ciência do relevo de Pierre Duhem considera-os como meros procedimentos imaginativos preliminares e potencialmente enganadores[1] e, ainda nos anos 70, uma semelhante desvalorização se encontra, por exemplo, num livro que Alain Badiou dedicou ao conceito de modelo e no qual os define como "auxiliares transitórios que se destinam ao seu próprio desmantelamento"[2]. Será necessário esperar até aos anos 80 e 90 para que a filosofia da ciência, em especial a partir da chamada concepção semântica, comece a prestar atenção crescente aos modelos, como partes constitutivas da prática científica[3]. De facto, a importância que a filosofia da ciência passa a atribuir aos modelos é tão grande que alguns autores[4] consideram mesmo que aquilo a que chamamos teoria não é senão um conjunto de modelos, que o modelo é o veiculo próprio do conhecimento cientifico e que, portanto, pode haver ciência sem teoria mas não poderia haver ciência sem modelos[5]. Sem eles –

1. Pierre Duhem, *La Théorie Physique son Objet et sa Structure* (Paris: Chevalier et Rivière, 1914).
2. Alan Badiou, *Le Concept de Modèle* (Paris: Maspero, 1972), 21.
3. Entre os estudos mais importantes, refiram-se Frederik Suppe, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism* (Urbana: University of Illinois Press, 1989); Nancy Cartwright, *How the Laws of Physics Lie* (Oxford: Oxford University Press, 1983), Ronald Giere, *Science without Laws* (Chicago: Chicago University Press, 1992); Bass van Fraassen, *The Scientific Image (*Oxford, Clarendon Press, 1980) e *Scientific Representation (*Oxford, Oxford University Press, 2008) e tb. Roman Frigg, "Scientific Representation and the Semantic View of Theories", *Theoria* 55 (2006): 37-53.
4. Por exemplo, Jarret Leplin, "The Role of Models in Theory Construction", in *Scientific Discovery, Logic, and Rationality*, ed. T. Nickles (Dordrecht and Boston: Reidel Publishing, 1980), 267-284.
5. Como escreve Frederick Suppe, "Hoje em dia grande parte da ciência é ateórica (…) A tarefa da maioria das ciências experimentais consiste em modelizar dados, de forma alias crescente, à medida que se torna cada vez mais computacionalmente intensiva", Understanding scientific theories: An assessment of developments, 1969-1998, *Philosophy of Science* 67. 3 (2000): 110.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

afirmam – a ciência não teria possibilidade de construir conhecimento novo. Por exemplo, Ronald Giere, num livro significativamente intitulado "Science without laws", de 1996, defende que, para compreendermos a ciência contemporânea, não necessitamos do conceito de lei nem sequer de teoria, mas precisamos absolutamente de modelos, sistemas abstractos que, segundo Giere, representam, de forma directa, alguns aspectos do mundo[6]. Posição, portanto, que vai ao encontro (ou está na origem) da prática (e das opções tendencialmente instrumentalistas) de muitos cientistas e filósofos da ciência actuais para quem os modelos são independentes da teoria, ou tendem mesmo a substituí-la, fazer as suas vezes, ocupar o lugar que antes era o dessas grandes equações do mundo. Mais modestamente, argumentam, a ciência teria agora de abandonar as clássicas pretensões axiomáticas e unificadoras da teoria e limitar-se à mera previsibilidade e operatividade dos modelos. É o caso, entre outros, de Evelyn Fox Keller para quem os modelos não constituem uma interpretação de leis ou axiomas específicos de uma determinada teoria, ou sequer o desenvolvimento de um caso particular a partir do qual poderia, depois, vir a ser proposta uma nova teoria, mas instrumentos pragmáticos, de manipulação e transformação material do mundo.[7]

Como explicar esta alteração? Como compreender a resistência inicial da filosofia da ciência relativamente aos modelos? Como compreender que, só tão recentemente, a filosofia da ciência tenha reconhecido o valor cognitivo desses artefactos heurísticos a que chamamos modelos? E, como explicar a atenção que o conceito de modelo hoje convoca, tanto dos praticantes da ciência, como daqueles que têm por tarefa pensá-la?

Avançamos uma hipótese que nos cumprirá defender: talvez porque haja nos modelos científicos elementos não linguísticos que a filosofia da ciência da primeira metade do seculo XX nunca quis reconhecer como tendo algum lugar na actividade científica, elementos esses que revelam uma inexorável – quase imperceptível – proximidade entre a actividade científica e a actividade artística, coisa que a filosofia da ciência se recusava a considerar. Claro está que para perceber a transformação referida é

6. Ronald Giere, *Science without Laws* (Chicago: Chicago University Press, 1996), 86-94. Do mesmo autor, cf. tb. "How Models Are Used to Represent Reality", *Philosophy of Science* 71 supplement (2004): 742-752.

7. Eveline Fox Keller, "Model of and models for: theory and practice in contemporary Biology", *Philosophy of Science* 67 (2000): 72-86. Para uma análise desta tese de Evelyn Fox Keller, veja-se Silvia Di Marco, "Models in molecular biology: where representing and intervening meet", in *Modelos e Imagens,* ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 99-120.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

necessário ter em conta as transformações ocorridas no próprio campo da filosofia da ciência a qual, no quadro do positivismo lógico então vigente, se obstinava a olhar a ciência como forma de conhecimento que tinha na teoria a sua finalidade unica e na palavra e símbolo matemático a sua forma única de expressão e que, portanto, remetia para o contexto de descoberta tudo o que pudesse conspurcar a pureza conceptual e a transparência linguística da actividade cientifica. Acontece, porém, que, na segunda metade do seculo XX, a filosofia da ciência foi alargando o seu campo de acção, tornando-se cada vez mais capaz de pensar o conjunto de entidades não-linguísticas que a actividade científica comporta, nomeadamente, a instrumentação, as representações imagéticas e digramáticas e a produção de modelos. O que está em jogo é uma nova atenção que a filosofia da ciência passa a dedicar, não tanto ao corpo de conhecimentos que a ciência vai colectiva e cumulativamente constituindo, aos seus fundamentos, métodos, resultados, formas de validação e legitimação, mas mais aos processos reais, aos procedimentos concretos, daqueles que fazem da actividade científica uma prática efectiva[8].

É neste contexto que a filosofia da ciência passa a tomar os modelos com tema de investigação preferencial, quer pelo questionamento das suas funções epistemológicas, quer pela dilucidação da sua natureza ontológica, quer ainda pela identificação dos seus tipos fundamentais[9]. Ora, no interior da diversidade de caracterizações que têm sido propostas[10], pensamos ser necessário reconhecer que os modelos científicos reúnem um conjunto de determinações que – vê-lo-emos adiante – fazem parte do âmago dessas duas sublimes actividades humanas que designamos por ciência e por arte.

8. Transformação que foi acompanhada de desenvolvimentos significativos em Sociologia do conhecimento científico, Etnografia da actividade científica e em algumas disciplinas dos C*ultural Studies*, nomeadamente, Cultura visual e Cultura material.

9. Nomeadamente, modelos lógicos, modelos matemáticos, modelos teóricos, modelos formais, modelos materiais, modelos didácticos, modelos fenomenológicos, modelos computacionais, modelos à escala, modelos processuais, modelos deterministas, modelos estocásticos, modelos probabilísticos, modelos mecânicos.

10. Na *Introdução* ao volume *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 9-20, apresentámos uma caracterização dos modelos científicos a partir de "quatro elementos comuns" que, a nosso ver, sistematizam as mais relevantes formas de caracterização dos modelos que têm sido propostas.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

2. Heurística

Comecemos por assinalar que os modelos científicos são, reconhecidamente, artefactos heurísticos, dispositivos construídos artificialmente que permitem prever fenómenos e antecipar explicações. Qualquer que seja o tipo de modelo considerado e a natureza ontológica com que sejam pensados, qualquer que sejam as funções que se considera que o modelo desempenha frente à teoria, à lei ou ao próprio mundo, a fertilidade do modelo nunca é posta em causa. Quer sejam pensados como construídos no contexto de uma teoria, resultem dela, funcionem inteiramente num espaço teórico determinado, quer sejam vistos como independente da teoria, a sua capacidade heurística é incontestada. Aos modelos é sempre reconhecida, quer a possibilidade de sugerir hipóteses e soluções decorrentes da teoria, apontar modificações ou extensões imprevistas, isto é, não susceptíveis de serem dela logicamente dedutíveis, quer a capacidade metafórica[11] de produzir novas inteligibilidades, permitir identificar padrões, dar a ver resultados inesperados, abrir um campo de elucidação inesgotável. Digamos que, em ambos os casos, o modelo é, como a obra de arte, uma obra aberta. Ele anuncia novas perspectivas, incentiva leituras inesperadas, possibilita novas articulações, permite ver aquilo que, sem ele, seria invisível.

O reconhecimento da fertilidade heurística do modelo tem também sido pensado como decorrente da sua natureza ficcional[12]. Na continuidade dos trabalhos clássicos de Vaihinger[13] para quem as ficções eram uma espécie de andaime que se desmonta uma vez alcançado o objetivo da modelização, Roman Frigg, por exemplo, não hesita em considerar que

11. Sobre a aproximação entre modelo e metáfora, veja-se o estudo clássico de Max Black, *Models and Metaphors. Studies in Language and Philosophy* (Ithaca, New York: Cornell University Press, 1962). Mais recentemente, cf. tb. Nancy Cartwright, *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999) e Margaret Morrison, "Modelling Nature: Between Physics and the Physical World", *Philosophia Naturalis* 35: (1998): 65–85.

12. Sobre a natureza ficcional dos modelos, cf. Roman Frigg, Models and Fiction, *Synthese*, 172 (2010): 251-268, Anouk Barberousse e Pascal Ludwig, "Fictions and Models", in *Fictions in Science*, *Philosophical Essays on Modelling and Idealisation*, ed. Mauricio Suárez (London: Routledge, 2009), 56–75 e Juan Redmond e Diego Valladares, "Fiction en ciencia. Para una teoria artefactual de los modelos en ciencia", in *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 45-73.

13. Hans Vaihinger, *Die Philosophie des Als Ob* (Berlin: Verlag von Reuther & Reichard, 1911, tradução inglesa de C. K. Ogden, *The Philosophy of 'As If'*, London: Kegan Paul, 1924).

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

os modelos em ciência partilham aspectos importantes com a criação e manipulação das ficções literárias[14] as quais, na linha da celebrada obra de Kendall Walton, *Mimesis as Make-Believe*, caracteriza como jogos de simulação.[15] Tal como na ficção literária (e no teatro, na pintura, na escultura, etc.), o modelo cientifico convida a imaginar uma situação em que é necessário "fazer de conta", em que o investigador (e o leitor, o espectador, a audiência) é convidado a "voluntariamente suspender a descrença"[16], isto é, a ser cúmplice do jogo de simulação. Em ambos os casos, estamos perante criações imaginativas que sabemos serem falsas, mas que, no caso dos modelos, embora saibamos serem falsas, são hipoteticamente propostas com o objectivo de representar, ou simplificar, ou idealizar, o mais fielmente possível, um conjunto de dados empíricos ou uma parcela da realidade que se quer modelizar. No entanto, uma diferença importante se insinua: se a ficção literária (e o teatro, a pintura, a escultura, etc), pode ser explorada, na sua falsidade, até ao limite do (in) verosímil, pelo contrário, a simulação que o modelo implica não anula o esforço de aproximação à realidade modelizada, nem se traduz em nenhuma deriva irrealista. Quer dizer, o modelo faz sonhar, mas aqueles o criam ou usam sabem sempre que estão a sonhar, nunca se enganam àcerca da realidade (imaginária) daquilo que o modelo faz ver.

Numa perspectiva muito próxima, Shahid Rahman**,** defenderá que os modelos não são, nem descrições de factos, nem puras ficções, mas prescrições, operadores que prescrevem aquilo que deve ser imaginado numa determinada situação[17]. Próximo desta orientação está Evelyn Fox Keller ao distinguir entre "modelos de (*of*)" e "modelos para (*for*)", sendo estes últimos constituídos por regras para a realização de diversos tipos de actividades científicas[18] e também Ronald Giere ao reconhecer que os modelos são "guias de acção"[19] que propõem regras pragmáticas

14. Roman Frigg, Models and Fiction, *Synthese*, 172 (2010): 251-268.
15. Kendall Walton, *Mimesis as Make-Believe*. *On the Foundations of Representational Arts* (Cambridge: Harvard University Press, 1990).
16. Cf. Shahid Raman, "Idealization as prescriptions and the role of fiction in science: towards a formal semantics", in *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 24.
17. Shahid Raman, "Idealization as prescriptions and the role of fiction in science: towards a formal semantics", in *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 21-43.
18. Eveline Fox Keller, "Model of and models for: theory and practice in contemporary Biology", *Philosophy of Science,* 67 (2000): 72-86.
19. Ronald Giere, *Science without Laws* (Chicago: Chicago University Press, 1996), 123.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

que, como diz com subtileza, "podem ser operativas no mundo se este for estruturado de acordo com o modelo"[20]. Em ambos os casos, o que é enfatizado é a natureza esquemática do modelo, a característica que o modelo tem de, mesmo quando é pensado como entidade ficcional, oferecer regras para a realização de experiências. Experiências que, se não efectivamente realizáveis segundo os procedimentos usuais e nos espaços próprios da experimentação laboratorial, são experiencias mentais, isto é, experiências efectivas, mas que se realizam naquilo a que James Brown chamou o laboratório da mente[21].

A proximidade do modelo à obra de arte é aqui muito forte. Como a obra de arte, o modelo é um acto criativo da imaginação, uma entidade na qual essa capacidade divina que é a imaginação desempenha uma função construtiva e heurística incontestável. Como a obra de arte, o modelo convida a uma viagem imaginária mas significativa, isto é, coloca à nossa frente algo que nos faz ver para lá do que está à vista, descreve objectos que não existem (rectas infinitas, velocidades constantes, pêndulos absolutamente regulares, planetas perfeitamente esféricos) mas cuja densidade, profundidade, dinamismo, cuja luz interna permite compreender melhor o mundo que nos rodeia e de que fazemos parte. Por outras palavras, como a obra de arte, o modelo oferece um vislumbre vertiginoso de verdade. Tal é a visão efémera, mas certeira, da linha recta que une quaisquer dois pontos, por mais próximos ou afastados que estejam, no modelo geométrico desenhado pelo primeiro postulado de Euclides. Tal é o aroma inesgotável que se desprende das flores tombadas sobre uma toalha branca nas naturezas mortas de La Tour, ou o som sem esperança do grito silencioso do quadro de Munch.

3. Analogia

Mas, há uma outra dimensão dos modelos científicos que os aproxima indelevelmente da obra de arte. Referimo-nos ao facto de todos os modelos estabelecerem algum tipo de relação analógica com aquilo que pretendem modelizar. Mesmo quando não são pensados de forma ultra-realista, como descrições de factos ou como abstracções a partir de dados empíricos, mas, pelo contrário, como procedimentos de natureza mera-

20. Ronald Giere, *Science without Laws* (Chicago: Chicago University Press, 1996), 132.
21. James Brown, *The Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Science*s (London: Routledge, 1991).

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

mente instrumental, isentos de qualquer compromisso realista, é sempre possível (necessário) assinalar a existência, no modelo, se não de alguma capacidade de espelhar os objectos que pretende modelizar, ao menos, de alguma capacidade preditiva.

Tal não implica, porém, que a relação entre o modelo e a realidade modelizada seja da ordem da similitude. Como sabemos desde Leibniz[22], analogia não implica semelhança, conformidade, partilha de propriedades comuns, mas isomorfismo, regras de correspondência termo a termo. Quer dizer que, para lá de semelhanças materiais, formais ou figurais, entre o modelo e a realidade modelizada, que efectivamente alguns modelos comportam (por exemplo, "modelos de escala"), para lá das regras de similaridade que o próprio modelo pode fornecer, a analogia do modelo diz sobretudo respeito à presença de algum tipo de relação estrutural entre as partes. Sem ter que imitar o mundo, o modelo constrói um mundo inexistente que mantém, com o mundo real, alguma similitude ou isomorfismo.

Sejam os modelos construções simplificadas, com base na selecção das parcelas mais significativas da realidade modelizada (analogia positiva), ou no afastamento face às parcelas consideradas não relevantes (analogia negativa) ou ainda na opção por parcelas cujo valor analógico se desconhece (analogia neutra)[23]; sejam os modelos entidades idealizadas, isto é, que comportam deformações intencionais, quer pelo isolamento de determinadas características da realidade que pretendem modelizar ("modelos Aristotélicos" ou de "de isolamento", por exemplo, os modelos planetários nos quais os planetas são reduzidos à massa e à forma), quer pela introdução de distorções intencionais, visando refinar, ou levar a um limite ideal, determinadas situações (modelos Galilaicos ou "de distorção", por exemplo, nos modelos planetários, os planetas são descritos como detentores de uma perfeita esfericidade)[24], a verdade é que os modelos

22. Como Leibniz escreve nos *Essais de Théodicée*: «um mesmo círculo pode ser representado por uma elipse, por uma parábola, por uma hipérbole e mesmo por um outro círculo ou por uma linha recta ou por um ponto. Nada parece tão diferente e *dissemelhante* como estas figuras. E, no entanto, há uma relação exacta de cada ponto a cada ponto», *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz. Hrsg v. Carl Immanuel Gerhardt*. Vol. 6. Hildesheim: Olms, 1960, 327.

23. A distinção foi proposta por Mary Hesse, *Models and Analogies in Science* (London: Sheed and Ward, 1963).

24. Cf. *Standford Encyclopedia of Philosophy,* s.v.v. "Models in Science" (by Roman Frigg and Stephan Hartmann), acedido a 5 Outubro 2019 <https://plato.stanford.edu/entries/models-science/>.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

funcionam sempre como protótipos que mantêm algum tipo de similaridade ou isomorfismo com a realidade modelizada. Por isso, os modelos dificilmente escapam ao sentido popular que a palavra modelo carrega consigo enquanto padrão, protótipo, espécime, exemplo a ser seguido, imitado, admirado. Como Nelson Goodman fez notar: "poucos termos são usados na linguagem popular e no discurso científico com tanta promiscuidade como o termo modelo" [25].

Há ainda uma outra ambiguidade, em nada fortuita, que a palavra modelo transposta consigo. É que, para lá do sentido vulgar acima referido, e daquele que adquire na actividade científica, a palavra modelo tem um sentido artístico incontornável. Nas artes (plásticas e não só), modelo é matriz, molde, manequim, instância ideal, original que se destina a ser copiado, reproduzido, imitado. Por isso os modelos são formas preferenciais de aprendizagem, tanto nas ciências como nas artes. Para estudar o átomo, a estrutura óssea ou muscular do corpo humano, as camadas geológicas, os sistemas astronómicos, a estrutura do DNA ou a deriva dos continentes, a melhor maneira é dar àqueles que querem aprender a possibilidade de experimentar mentalmente, isto é, de observar, analisar, examinar, manipular os respectivos modelos que, como sabemos, desde há muito, têm lugar nas salas de aula e laboratórios de todas as escolas e universidades de todo o mundo[26] e que hoje estão a ser – e serão cada vez mais – substituídos por modelos computorizados[27]. Também nas artes, o

25. Nelson Goodman, *Languages of Art: an Approach to a Theory of Symbols* (Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1976), 171.

26. Refiram-se, por exemplo, as coleções de mapas e modelos geográficos, anatómicos, de botânica, zoologia, mineralogia, etc., que ilustravam as paredes das antigas escolas primarias e secundárias. Refiram-se também os pequenos modelos geométricos, físicos, químicos, cristalográficos, biológicos que eram guardados em humildes armários escolares ou os magníficos modelos que, a par de exemplares naturais, habitam os mais ou menos ricos, mais ou manos monumentais museus universitários. Tanto uns como outros, tendem hoje a ser substituídos por esse museu virtual que é a internet. O que só reforça a tese da relação necessária entre escola/universidade e museu, relação que, a nosso ver, é condição da existência e funcionamento da própria ciência. Sobre este tema, cf. Olga Pombo, *Unidade da Ciência. Programas, Figuras e Metáforas*, Lisboa: CFCUL/Gradiva, 2011, 160-198.

27. O uso heurístico dos computadores está apenas a dar os primeiros passos. Ele passa, a nosso ver, tanto pelos desenvolvimentos futuros da dimensão combinatória que subjaz à própria ideia de computador, como pelas suas capacidades diagramáticas e interactivas de modelização que "libertam os utilizadores da imposição de uma perspectiva única, permitindo-lhes controlar a rotação e manipulação de imagens", como escreve James Griesemer, "Three-dimensional models in Philosophical Perspective", in *Models. The Third Dimension of Science*, ed. Soraya de Chadarevian e Nick Hopwood

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

modelo sempre esteve (está ainda?) associado à aprendizagem, ao treino ou à preparação do futuro artista. Tal é o caso dos modelos vivos usados (ainda hoje) nos *ateliers* e academias de arte europeias, das colecções de estatuas e esfolados, dos reportórios de imagens, álbuns de modelos com desenhos de mestres para estudo e cópia – os *exempla* – ou das maquetes que a arquitectura parece não poder dispensar[28].

Tocamos aqui um ponto crítico. Se é verdade que, no processo de afirmação da sua autonomia, as artes (plásticas e não só) se afastaram decisivamente da construção de réplicas, retratos fidedignos e outras descrições naturalistas, e mais radicalmente ainda, se distanciaram de todo o gesto imitativo e marginalmente realista, e se esse afastamento corresponde a um inevitável desinteresse pela função clássica do modelo, então, é a hipótese aqui avançada de postular uma modesta, quase imperceptível, proximidade entre modelo e obra de arte, que entra em ruína. No entanto, pensamos que, antes de retirar a hipótese em causa, cabe perguntar: até que ponto esse objectivo perseguido pelas artes (plásticas e não só) de abandono de qualquer vestígio realista é (tem sido e pode ser, de facto) inteiramente alcançado? O que equivale a perguntar duas coisas: 1) por um lado, se a chamada arte realista efectivamente o era**.** Se, a paisagem, o retrato, a natureza morta, alguma vez se limitaram a ser cópia diligente das parcelas de realidade que pretenderam representar, ou se, pelo contrário, essas obras sempre obedeceram a determinações formais e estéticas que se traduziam por um afastamento, mais ou menos subtil, mais ou menos velado, face à representação fiel dos modelos que lhes serviam de base? Modelos esses que, também eles, sempre foram escolhidos, preparados, encenados, integrados em composições intencionalmente determinadas, muitas vezes respondendo ao gosto da época; 2) por outro lado, saber se há artes verdadeiramente abstractas. Se, para lá da decisão de abandonar o modelo e a representação mimética das realidades sensíveis que nos rodeiam, não há, na entrega absoluta à cor, à forma, à luz, à sombra, à

(Stanford: Stanford University Press, 2004), 438.

28. Num estudo intitulado "Os modelos no desenho: dos modelli ao desenho de modelo", in *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 211-224, Luísa Arruda oferece uma panorâmica dos diversos usos do conceito de modelo no ensino e aprendizagem das artes plásticas. Um dos exemplos referidos é o das célebres colecções de desenhos e estudos de figura que Vasari constituiu com vista à formação técnica dos futuros pintores. Curioso é o uso que Luísa Arruda refere da palavra "Modello" como correspondente a um "desenho ao qual foi sobreposto um quadriculado de modo a garantir uma espécie de guia à escala que irá reverter em pintura mural ou de cavalete" (Luísa Arruda, *op. cit*, 219).

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

pedra, ao barro, ao corpo, ao movimento, ao som, ao ritmo, à palavra, numa palavra, à matéria com que as artes são feitas, saber se não há, aí, um resto de pertença ao mundo e aos seus mistérios? Saber se, quando não há cópia, quando não há imitação, quando não há sequer figura, se é possível erradicar, por completo, a transcrição, a tradução, a transposição. Saber se, por exemplo, a arte abstracta de Kandinsky ou Pollok não é ainda a representação expressiva e plena das forças invisíveis e caóticas do Mundo.

4. Espacialização

Finalmente – e este é porventura o ponto em que o modelo científico mais revela a sua proximidade às artes – todos os modelos podem ser subsumidos sob a categoria de dispositivos de espacialização, formas de visualização no espaço de estruturas ou processos não necessariamente espaciais. Sabemos que uma das grandes fracturas no interior da filosofia dos modelos científicos diz respeito à distinção entre modelos teóricos (matemáticos, computacionais, etc.) e modelos materiais (as esferas de Kepler, os desenhos anatómicos de Vesalius, a dupla hélice de Watson and Crick, os diagramas de Feynman, etc). Os primeiros seriam entidades ideais, imateriais, puramente conceptuais, não-existentes, não-espacio-temporais, aquilo que Giere designa por "sistemas abstractos" para os quais, como diz, "não precisamos de presumir nem um quantificador universal nem um significado empírico"[29]. Os segundos seriam entidades físicas, materiais, tangíveis, dispositivos bidimensionais (composições diagramáticas, figurativas, pictóricas), ou mesmo tridimensionais, volumétricas, escultóricas (como, por exemplo, o modelo do átomo de carbono de Van't Hoff[30] ou, mais uma vez, o célebre modelo metálico do ADN). Ora, o que pretendemos é que os modelos a que a actividade científica sempre recorre, tanto os teóricos como os materiais, abstractos como concretos, ideais como físicos, são constructos não-linguísticos, não-proposicionais, que tendem a expandir a sua idealidade no plano do sensível, isto é, que se dão à observação, que se oferecem à inspeção dos sentidos.

29. Ronald Giere, *Science without Laws* (Chicago: Chicago University Press, 1996), 92.

30. Para uma apresentação desenvolvida deste modelo, cf. de Maria Manuel Costa "Os modelos 3D como suporte da compreensão e do ensino da Química", in *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 129-143.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

Seja o caso do modelo do pendulo simples cuja descrição linguística remete, obviamente, para uma entidade ideal que não encontra correspondência em nenhum pendulo real. No entanto, enquanto oscilação isócrona de um objecto fixado na extremidade de um fio preso na outra ponta, o objecto ideal descrito pelo modelo do pendulo simples não poderia ser sequer pensado se, ele mesmo, não se revestisse de qualidades diagramáticas, figurativas, espaciais que lhe permitissem ser visualizado. Como poderíamos conceber a oscilação de um qualquer objecto preso na ponta de um qualquer fio de um qualquer comprimento, sem necessariamente os imaginar desenhados (esquematizados), no espaço branco de uma folha

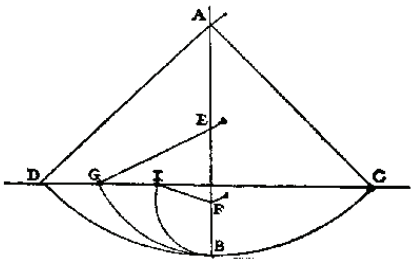


Figura 1. Modelo do pendulo simples

de papel, imaginada ou mesmo real, isto é, sem serem acompanhados de uma descrição espacializada?[31]

O que pretendemos é que os modelos científicos – como, alias, as imagens a que a ciência constantemente recorre[32] – se situam sempre, algures, num nível intervalar, movediço, entre o abstracto e o concreto, entre o ideal e o sensivel[33]. Por isso os modelos se oferecem a uma obser-

31. Isto mesmo é reconhecido por diversos autores, por exemplo, Thomson-Jones, quando escreve: "nenhum objecto que tenha, por exemplo, comprimento, e que se comporte como o pendulo simples é dito comportar-se na descrição que dele é feita pelo modelo – movendo-se de uma determinada forma, no tempo e através do espaço – pode ser não-espacio temporal", Martin Thomson-Jones, Missing systems and the face value practice, *Synthese*, 172 (2010), 291.

32. Sobre esse constante recuso à imagem por diferentes ciências, cf. *As imagens com que Ciência se Faz,* ed. Olga Pombo e Silvia Di Marco (Lisboa: Fim de Século, 2010).

33. A este respeito, é interessante a observação segundo a qual os modelos deveriam ser estudados, não apenas pela filosofia da ciência, mas também pelas disciplinas que conceptualizam a relação entre ideia e objecto, como a história da arte, a antropologia,

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

vação fecunda, a uma manipulação, mental e manual. Por isso, a sua heurística opera em diferentes dimensionalidades, num nível puramente imaginativo, conceptual, mas também visual, táctil, gestual, cinestésico, mecânico, manipulatório. Os sentidos, em especial o tacto, potenciam a visão. O gesto tacteia, roda, desvia, inverte posições, efectua deslocações, experimenta, permite ver o que não se veria de outro modo.

O que estamos a dizer é que, como a obra de arte, o modelo é uma entidade heterogénea, compósita, mista, mesclada, simultaneamente feita de ideia e matéria, simultaneamente abstracta e tangível, conceptual e sensível. Talvez fosse possível dizer que, enquanto a obra de arte é uma materialidade plena de pensamento, o modelo é um pensamento que aspira à materialidade. Tudo se passa como se o objecto ideal descrito pelo modelo procurasse, solicitasse, exigisse, desejasse – ele mesmo – ser exteriorizado, exposto, expandido ("*extended*"[34]), projectado no espaço. Como se houvesse um deslizamento do plano verbal ao figural, do linguístico ao simbólico, do conceptual ao imagético.

Como se o pensamento que o modelo condensa se quisesse precipitar na matéria sensível, tornar-se visível, manipulável. Como se desejasse a figuração. Como se a natureza ideal que o constitui ambicionasse devir tangível. Como se o modelo aspirasse a ser obra de arte.

***

Uma última nota sobre a possível relação entre modelo e imagem na construção do conhecimento científico. Estaremos perante entidades distintas, com funções epistemológicas divergentes? Ou perante entidades da mesma espécie, cujas funções se recobrem, pelo menos parcialmente?

Em oposição à tradição do positivismo lógico, pensamos que modelos e imagens pertencem, de pleno direito, ao grupo dos artefactos cognitivos e heurísticos a que a actividade científica necessariamente recorre para alargar o seu campo de visibilidade. Resta saber se é a imagem científica que deveria ser pensada como modelo, ou se, pelo contrário, é o modelo

a arqueologia, e os estudos de cultura material, formulada por Ludmilla Jordanova, "Material models as visual culture", in *Models. The Third Dimension of Science*, edição Soraya de Chadarevian e Nick Hopwood (Stanford: Stanford University Press, 2004), 443-438.

34. Termo que remete para a teoria apresentada no celebre artigo de Andy Clark e David Chalmars, "The Extended Mind", *Analysis,* 58 (1998): 10-23.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

que, em limite, tem a forma da imagem. Sem aqui apresentar e desenvolver devidamente o argumento (algo que pretendemos justificar num ulterior escrito), ainda assim diremos que, para lá de funções comunicativas mais ou menos triviais que todos lhe reconhecem, a imagem científica é, em sentido amplo, o dispositivo cognitivo mais abrangente no qual o conceito de modelo pode ser subsumido[35].

Referências

Arruda, Luísa, "Os modelos no desenho: dos modelli ao desenho de modelo", in *Modelos e Imagens*, editado por Olga Pombo, 211-224. Lisboa: Fim de Século, 2018.

Badiou, Alain, *Le Concept de Modèle*, Paris: Maspero, 1972.

Barberousse, Anouk e Ludwig, Pascal, "Fictions and Models", in *Fictions in Science*, *Philosophical Essays on Modelling and Idealisation*, editado por Mauricio Suárez, 56–75. London: Routledge, 2009.

Black, Max, *Models and Metaphors. Studies in Language and Philosophy*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1962.

Brown, James, *The Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*, London: Routledge, 1991.

Cartwright, Nancy, How the Laws of Physics Lie, Oxford: Oxford University Press, 1983.

Clark, Andy e Chalmars, David, "The Extended Mind", *Analysis,* 58 (1998): 10-23.

Costa, Maria Manuel, "Os modelos 3D como suporte da compreensão e do ensino da Química", in *Modelos e Imagens*, editado por Olga Pombo, 29-143. Lisboa: Fim de Século, 2018.

Di Marco, Silvia, "Models in molecular biology: where representing and intervening meet", in *Modelos e Imagens*, editado por Olga Pombo, 99-120. Lisboa: Fim de Século, 2018.

Duhem, Pierre, *La Théorie Physique son Objet et sa Structure*, Paris: Chevalier et Rivière, 1914.

Fox Keller, Eveline, "Model of and models for: theory and practice in contemporary Biology",

35. Esta é de facto uma das conclusões a que me foi possível chegar na investigação desenvolvida no âmbito do projecto FCT "A Imagem na Ciência e na Arte" que coordenei entre 2008 e 2011 e que tenho vindo a defender, sempre de forma parcial, em diversos estudos, nomeadamente, *As Imagens com que Ciência se Faz,* ed. Olga Pombo e Silvia Di Marco (Lisboa: Fim de Século, 2010); "Darwin e a ilustração científica", in *Em torno de Darwin*, ed. Olga Pombo e Marco Pina (Lisboa: Fim de Século, 2012), 79-100. Nesta linha de trabalho, e num estudo incluído num volume já aqui repetidamente referenciado, Marco Pina, "140 anos de Revista *Nature*. Imagens e construção do conhecimento", in *Modelos e Imagens*, ed. Olga Pombo (Lisboa: Fim de Século, 2018), 241-299, passando em revista as imagens presentes em 700 números da prestigiada revista *Nature*, o autor deixa claro que as imagens científicas – desde os mais simples gráficos, esquemas, diagramas, até á cada vez mais sofisticada imagiologia científica – permitem visualizar cada vez mais profundos e longínquos domínios da realidade, do interior do organito celular ou mesmo das biomoléculas, à galáxia mais distante. Elas estão lá, na sua esmagadora maioria, não tanto para divulgar, os resultados científicos ao longo dos últimos 150 anos, mas sobretudo para dar a ver conceitos e noções abstractas, fenómenos, entidades e processos invisíveis a olho nu.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

Philosophy of Science 67 (2000): 72-86.
Frigg, Roman, Models and Fiction, *Synthese*, 172 (2010): 251-268.
Giere, Ronald, *Science without Laws*, Chicago: Chicago University Press, 1992.
Giere, Ronald, "How Models Are Used to Represent Reality", *Philosophy of Science* 71, Supplement (2004): 742–752.
Goodman, Nelson, *Languages of Art: an Approach to a Theory of Symbols*, Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1976.
Griesemer, James, "Three-dimensional models in Philosophical Perspective, in Soraya de Chadarevian e Nick Hopwood (eds), *Models.* The Third Dimension of Science, Stanford: Stanford University Press, 2004, 433-442.
Hesse, Mary, *Models and Analogies in Science*. London: Sheed and Ward, 1963.
Leibniz, *Essais de Theodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal*, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* editado por Carl Immanuel Gerhardt. 6, 21-471, Hildesheim: Olms, 1960.
Leplin, Jarrett, "The Role of Models in Theory Construction", in *Scientific Discovery, Logic, and Rationality,* editado por T. Nickles, 267-284. Reidel: Dordrecht: 1980.
Pina, Marco, "140 anos de Revista *Nature*. Imagens e construção do conhecimento", in *Modelos e Imagens*, editado por Olga Pombo, 241-299, Lisboa: Fim de Século, 2018.
Pombo, Olga, *Unidade da Ciência. Programas, Figuras e Metáforas*, Lisboa: CFCUL/Gradiva, 2011.
Pombo, Olga (ed), *Modelos e Imagens*, Lisboa: Fim de Século, 2018.
Pombo, Olga e Di Marco, Silvia (ed), *As imagens com que Ciência se Faz,* Lisboa: Fim de Século, 2010.
Raman, Shahid, "Idealization as prescriptions and the role of fiction in science: towards a formal semantics", in *Modelos e Imagens*, editado por Olga Pombo, 21-43. Lisboa: Fim de Século, 2018 –
Redmond, Juan e Valladares, Diego "Fiction en ciência. Para una teoria artefactual de los modelos en ciência", in *Modelos e Imagens*, editado por Olga Pombo, 45-73. Lisboa: Fim de Século, 2018.
Suppe, Frederik, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Urbana: University of Illinois Press, 1989.
Suppe, Frederik, Understanding scientific theories: An assessment of developments, 1969-1998, Philosophy of Science 67. 3 (2000): 110.
Thomson-Jones, Martin, Missing systems and the face value practice, *Synthese*, 172 (2010), 283-299.
Walton, Kendall, *Mimesis as Make-Believe*. *On the Foundations of Representational Arts*, Cambridge: Harvard University Press, 1990.
Vaihinger, Hans, *The Philosophy of 'As If'*, English translation: London: Kegan Paul, 1924 (German original, 1911).
van Fraassen, Baas, *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Press, 1980.
van Fraassen, Baas, *Scientific Representation*, Oxford, Oxford University Press, 2008.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.

Provided for Personal License use. Not for reproduction, distribution, or commercial use.
© 2019 Revista Portuguesa de Filosofia. All Rights Reserved.