

(Publicado em *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 3, 6 (1): 45-73, 1996.)

A INFERÊNCIA ABDUTIVA E O REALISMO CIENTÍFICO¹

SILVIO SENO CHIBENI

Departamento de Filosofia - IFCH - UNICAMP
Caixa Postal 6110, 13081-970, Campinas, SP
e-mail: chibeni@obelix.unicamp.br

Resumo:

Este trabalho procura elucidar a natureza dos argumentos abduativos e o papel que desempenham na defesa da tese epistemológica do realismo científico. As principais objeções levantadas por van Fraassen ao uso realista desses argumentos são analisadas criticamente.

Abstract:

This paper aims to elucidate the nature of abductive arguments and their role in the defence of scientific realism. Van Fraassen's main objections to the realist use of this kind of argument are examined critically.

1. Introdução: A inferência abduativa

O debate contemporâneo acerca do realismo científico trouxe à tona os problemas da natureza e do valor de uma forma de inferência que tradicionalmente tem recebido pouca atenção dos filósofos. Charles S. Peirce, um dos primeiros a reconhecer explicitamente sua importância na prática argumentativa da ciência e do dia-a-dia, denominou-a *inferência abduativa*.² Em artigos da década de 1960, Gilbert Harman deu um novo enfoque à questão, e renomeou a inferência de *inferência da melhor explicação* (Harman 1965, 1968).

Um exemplo típico ajuda a introduzir o assunto. Ao adentrarmos uma sala, vemos sobre uma mesa um saco com feijões brancos e, ao seu lado, um punhado de feijões brancos. Diante disso, estimando que a hipótese de que os feijões do punhado vieram do saco representa a melhor explicação para o fato (e, além, disso, é uma boa explicação para ele), inferimos abduativamente que essa hipótese é, muito provavelmente, verdadeira. O *poder*

¹Uma primeira versão deste artigo foi apresentada no Seminário do Departamento de Filosofia da UnB em 17/6/96. O artigo incorpora elementos do trabalho (não publicado) "O que é o realismo científico?", apresentado no IX Colóquio de História da Ciência do Centro de Lógica, no dia 27/11/95, em Águas de Lindóia. Gostaríamos de agradecer ao Prof. Michel Ghins, da Université Catholique de Louvain, pela leitura cuidadosa de uma versão preliminar deste trabalho e pelos úteis comentários que fez.

² Peirce *Collected Papers*, especialmente 6.525 e 5.189. Antes de Peirce, William Whewell destacou o papel que a abdução desempenha na gênese e justificação das teorias científicas (cf. Achinstein 1992). Veremos adiante que já em Descartes há alusão a essa forma de inferência.

explicativo da hipótese parece fornecer bases para crermos em sua verdade. Nas palavras de Peirce (5.189):

O fato surpreendente, C, é observado.

Mas se A fosse verdade, C seria um fato natural.

Logo, há razões para suspeitar que A seja verdade.

De modo simplificado, o esquema geral dos argumentos abduativos, tais quais aparecem nas discussões contemporâneas, consiste no enunciado de uma evidência (um fato ou conjunto de fatos), de hipóteses alternativas para explicar tal evidência, e de uma apreciação do valor dessas explicações. A conclusão é a de que a melhor explicação provavelmente é verdadeira se, além de comparativamente superior às demais, for boa em algum sentido absoluto.³

Percebe-se imediatamente que, em contraste com os argumentos dedutivos, a conclusão não segue logicamente das premissas e depende de seu conteúdo. E que, em contraste com os argumentos indutivos, ela não necessariamente consiste na extensão uniforme da evidência. Nos artigos mencionados, Harman defende que, na realidade, os argumentos *indutivos* podem e devem ser entendidos como casos especiais de argumentos abduativos. Não nos ocuparemos aqui da avaliação dessa tese (ver Ennis 1968 para uma crítica relevante), bastando-nos reconhecer a existência e a especificidade das inferências abduativas, e sua larga aplicação nos raciocínios do homem comum, do cientista e do filósofo. Vejamos mais alguns exemplos.

A conclusão do conhecido detetive de que o autor do crime foi o mordomo é obtida abduativamente: a hipótese de que foi o mordomo representa a melhor explicação dos fatos averiguados, em comparação com a de que foi o vizinho, por exemplo. De igual modo, diante de certos sintomas e ocorrências de contágio, de tais e tais reações químicas e imagens na tela de um microscópio eletrônico, um biólogo eventualmente concluirá, abduativamente, que existe um vírus de tal tipo, se sua existência explicar bem essa evidência, de modo mais satisfatório do que hipóteses rivais, como as de que existe uma certa bactéria ou um certo humor morbífico. Esse último exemplo, típico de um contexto científico, evidencia a conexão entre a abdução e o realismo científico, a ser analisada detalhadamente na seção 3.

2. O realismo científico

Em um sentido geral, o realismo é uma tese sobre o problema epistemológico dos limites do conhecimento, contestada por doutrinas anti-realistas diversas, dependendo do tipo de conhecimento em questão. O presente trabalho ocupa-se do conhecimento das entidades e processos não-observáveis (elétrons, campos magnéticos, ligações moleculares, etc.) postulados pela ciência para predizer e explicar os fenômenos. O realismo científico

³A tentativa de tornar precisa essa qualificação conduz a dificuldades evidentes, o mesmo ocorrendo com relação à noção relativa de melhor explicação. No presente trabalho nos absteremos de adentrar esse importante problema, adotando, em primeira aproximação, alguma noção intuitiva de melhor e de boa explicação. Thagard 1978 representa uma das poucas propostas de desenvolvimento da questão da determinação do mérito relativo das explicações.

sustenta que aquilo que as teorias científicas afirmam acerca desse mundo sub-fenômênico pode, de fato, representar conhecimento genuíno; o conhecimento humano seria passível de avançar além dos limites do que é diretamente observável.

O realismo científico recebeu formulações diferentes e, em geral, não equivalentes, por parte dos filósofos que dele se ocuparam. Para nossos propósitos, julgamos adequada a caracterização dada por Bas van Fraassen em seu *The Scientific Image*, que tenta não sobrecarregar a posição com suposições desnecessariamente fortes. Para esse autor, o realismo científico é a tese segundo a qual “a ciência objetiva a nos fornecer, em suas teorias, uma estória literalmente verdadeira de como é o mundo; e a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira” (van Fraassen 1980, p. 8).

Essa tese filosófica tem sido negada de vários modos, o que leva a tipos diferentes de anti-realismo científico. A versão mais radical é a que resulta do abandono da concepção clássica, correspondencial, de verdade, em favor de concepções como a pragmática, ou a concepção da verdade como coerência, ou como a possibilidade de asserção garantida (ver e.g. Dummett 1978 e Putnam 1981).

Mesmo retendo-se a concepção de verdade como correspondência, formas bem caracterizadas de anti-realismo científico são ainda possíveis: a) *Instrumentalismo*. Sustenta que as proposições da ciência que, quando interpretadas literalmente, referem-se a coisas e processos não-observáveis (“proposições teóricas”, por brevidade) são na verdade instrumentos de cálculo ou predição, ou ainda regras de inferência, que auxiliam a conexão e a estruturação das proposições sobre coisas e processos observáveis (“proposições observacionais”); não são, portanto, proposições genuínas, mas pseudo-proposições, não cumprindo nenhuma função descritiva de aspectos não-observáveis do mundo. b) *Redutivismo*. Para o redutivismo, as proposições teóricas da ciência são proposições legítimas, porém de fato referem-se (indiretamente) apenas ao que é observável, sendo, na verdade, abreviações para proposições mais complexas sobre entidades e processos observáveis; não devem, portanto, ser interpretadas literalmente, mas “reduzidas” a proposições observacionais por meio de certas convenções lingüísticas (regras de correspondência) para que seu verdadeiro conteúdo empírico e significado se evidenciem. c) *Empirismo construtivo*. É a doutrina anti-realista proposta por van Fraassen, segundo a qual as proposições teóricas da ciência são proposições genuínas e devem ser interpretadas literalmente; porém a determinação de seu valor de verdade não constitui o objetivo da ciência. “A ciência objetiva a nos fornecer teorias que são empiricamente adequadas; e a aceitação de uma teoria envolve, como crença, apenas que ela é empiricamente adequada” (van Fraassen 1980, p. 12). Note-se que o instrumentalismo, o redutivismo e o empirismo construtivo são posições realistas quanto aos objetos materiais ordinários.

Como se sabe, o debate contemporâneo gira em torno do empirismo construtivo, alegadamente a forma mais plausível de anti-realismo científico. Van Fraassen compartilha com o realista típico de hoje não somente a concepção correspondencial de verdade e a interpretação literal das teorias científicas, mas também a crença de que o conhecimento *assenta* na evidência dos sentidos, ou seja, o empirismo, no sentido original do termo. Todavia, junta-se ao instrumentalista e ao redutivista ao considerar que o conhecimento se *limita* estritamente ao que pode ser fornecido por essa evidência, ao que é diretamente observável por meio dos sentidos.⁴

⁴ Essa afirmação precisa, a rigor, ser qualificada, se se assume o realismo acerca dos objetos materiais ordinários. Nesse caso, é claro que já se está admitindo que o conhecimento vai além do que pode ser

O principal argumento de van Fraassen contra o realismo científico é o de que as teorias científicas que baseiam suas previsões e explicações dos fenômenos em supostos mecanismos inacessíveis à observação direta são *subdeterminadas empiricamente*, ou seja, os dados empíricos são por princípio insuficientes para determinar o valor de verdade de algumas de suas proposições fundamentais. Assim, é possível que duas teorias incompatíveis em suas proposições teóricas sejam *empiricamente equivalentes*, isto é, coincidam no que afirmam a respeito do que é observável. Para manter sua posição, o realista científico tem que fornecer critérios para a discriminação epistêmica das teorias empiricamente equivalentes. Ora, por necessidade, esses critérios não poderão ser empíricos, e tipicamente envolvem fatores como o poder explicativo, a simplicidade, a unidade, etc. É precisamente aqui que o anti-realista empirista centra sua crítica: o apelo a tais *princípios não-empíricos* (ou *superempíricos*) significaria um rompimento com os ideais empiristas tradicionais. Segundo van Fraassen, eles não dizem respeito às relações da teoria com o mundo, mas com os usuários da teoria (1980, p. 88), dependendo assim de fatores históricos, culturais, psicológicos, sociológicos, etc.⁵

É útil reunir os contra-argumentos realistas a essa objeção em dois grupos: argumentos *negativos* e argumentos *positivos*.⁶ No primeiro estão os argumentos que exploram as dificuldades da posição adversária; um importante argumento desse tipo será analisado no início da próxima seção. Formam o segundo grupo os argumentos que invocam motivos diretos para a crença na verdade (ou na aproximação da verdade) das teorias científicas maduras, ou na existência de pelo menos algumas das entidades não-observáveis que postulam. Consideramos que os principais argumentos positivos a favor do realismo científico são aqueles que envolvem *inferências abduativas*, ou seja, que propõem algum tipo de conexão entre o poder explicativo de uma teoria e a sua verdade. No capítulo 2 de *The Scientific Image*, van Fraassen critica a versão simples, imediata, dessa classe de argumentos. Rejeita também duas formas sofisticadas de argumentos abduativos usados por realistas científicos: o argumento da “coincidência cósmica”, atribuído a Smart, e o “argumento do milagre”, do Putnam realista (Smart 1968, Putnam 1975 e 1978). Na próxima seção procuraremos avaliar em detalhe até que ponto van Fraassen é bem sucedido nesse ataque ao realismo científico.

fornecido pelos sentidos, já que os objetos materiais ordinários não seriam a rigor observáveis, quando entendidos de modo realista. Assim, o conceito de ‘observável’ utilizado por van Fraassen, pelos instrumentalistas e redutivistas (com exceção de alguns dos primeiros positivistas lógicos, como o Carnap do *Aufbau*) não se confunde com o de dados sensoriais. Deve-se ainda notar que o realismo científico é uma tese sobre a *extensão* do conhecimento, adicional ao empirismo propriamente considerado, e que dele não decorre necessariamente.

⁵ Van Fraassen procura elaborar esse ponto especialmente no caso do poder explicativo: “[A]quilo que constitui a melhor explicação disponível [...] depende de fatores tais como que teorias fomos capazes de imaginar e [...] também de nossos interesses e outros fatores contextuais capazes de conferir conteúdo concreto à noção de ‘melhor explicação’ ” (1985, pp. 286-87). Nessa perspectiva, ele desenvolve uma teoria pragmática da explicação (1980, cap. 5), na qual o papel das teorias científicas nas explicações vai para um segundo plano, e a ênfase recai nos fatores “contextuais” apontados.

⁶Ver Putnam 1975 para uma distinção semelhante.

3. A inferência abdutiva e o realismo científico.

3.1 Redução ao fenomenalismo.

Trataremos agora de expor e avaliar os argumentos a favor do realismo científico que envolvem inferências abduativas de um tipo ou de outro. Iniciamos com um argumento negativo que tem sido usado por alguns filósofos contemporâneos em sua crítica ao empirismo construtivo (ver e.g. Churchland 1985 e Musgrave 1985). Consideremos o seguinte esquema:

- (3) proposições sobre coisas e eventos não-observáveis
- (2) proposições sobre coisas e eventos não-observados, porém observáveis
- (1) proposições sobre coisas e eventos observados (interpretados de forma realista)
- (0) proposições sobre dados sensoriais

Van Fraassen rejeita o recurso a princípios superempíricos (o poder explicativo, em especial) como um possível meio de resolver, ou pelo menos atenuar, a subdeterminação empírica de 3. Porém, se negarmos valor epistêmico a tais princípios então a rigor não poderemos sequer passar de 0 para 1, pois eles desempenham um papel indispensável nessa passagem; ou seja, são essenciais para o estabelecimento da ontologia dita observável (cadeiras, gatos, pulgas) e das proposições observacionais acerca de tais entes. Assim, a menos que nos contentemos com um fenomenalismo radical, devemos seguir o realista científico na crença em proposições sobre entidades não-observáveis: os mesmos motivos alegados para crer em proposições sobre gatos (a hipótese de que há aqui um gato cinza, entendido de forma realista, é a maneira mais simples e natural de explicar o fluxo de minhas impressões sensoriais) servem para justificar a crença em elétrons (a hipótese de que há elétrons reais percorrendo este fio de cobre é a melhor explicação de certos outros grupos de impressões sensoriais).⁷ Isso mostraria que, no melhor dos casos, apenas os fenomenalistas — e van Fraassen faz questão de *não* ser contado entre eles — podem prescindir do uso epistêmico dos princípios superempíricos, e dos argumentos abduativos em particular.⁸

Na terceira seção do capítulo 2 de *The Scientific Image*, van Fraassen tece considerações que podem parecer relevantes para essa questão. Observa ali que o argumento abduativo mais direto a favor do realismo científico consiste em alegar que: 1) a regra abduativa é seguida nos contextos “mundanos”, onde não há entidades não-observáveis envolvidas; 2) a observabilidade não tem implicações ontológicas; 3) portanto, a mesma regra pode e

⁷Em sua crítica ao anti-realismo de van Fraassen, Ghins 1992 acaba também chegando à conclusão de que “o ceticismo acerca da existência de entidades teóricas leva ao ceticismo *tout court*” (p. 260). A razão é que “o argumento anti-realista da equivalência [empírica] das descrições pode ser aplicado também ao nível observacional (*ibid.*)”. Ao nosso ver, o interesse maior da análise do artigo reside na sua defesa de uma noção de existência, ou realidade, que difere da adotada pelo realista metafísico. Neste trabalho não adentraremos a problemática filosófica importante abordada por Ghins.

⁸ Nesse caso, as coisas materiais, observáveis ou não, são entendidas como meros complexos de dados sensoriais, agrupados por razões de facilidade de comunicação, de memorização, etc.

deve ser seguida nos contextos científicos, que envolvem não-observáveis. Van Fraassen expressamente admite a segunda premissa e a correção do argumento, mas questiona a primeira premissa. Inicia sua crítica procurando determinar o sentido de ‘seguir uma regra’. Conclui que quando afirmamos que um sujeito S segue a regra R emitimos a *hipótese psicológica* de que S está disposto a crer em todas as conclusões que R permite, e não-disposto a crer nas proposições em desacordo com essas conclusões. Alega então que, como qualquer outra, a hipótese de que seguimos a regra abdutiva nos contextos “mundanos” tem que ser confrontada com hipóteses rivais e com dados. E propõe a hipótese rival de que em tais contextos inferimos apenas a adequação empírica da melhor explicação, e não sua verdade integral. Por construção, essas hipóteses são tais que nenhuma evidência colhida nesses contextos pode favorecer uma em relação à outra (já que neles verdade e adequação empírica coincidem). Assim, diz van Fraassen, o realista não está justificado ao tentar apoiar sua prescrição do uso da regra abdutiva na ciência em seu uso nas situações ordinárias, porque uma “inferência abdutiva” enfraquecida, que conduz apenas à crença na adequação empírica da melhor explicação, é igualmente apoiada pela evidência.⁹

Notemos agora que mesmo esse enfraquecimento da abdução não livra van Fraassen das implicações do argumento da redução ao fenomenalismo. Segundo a definição do próprio van Fraassen, a crença na adequação empírica de uma teoria envolve a crença na existência de entidades materiais ordinárias *entendidas de forma realista*, não-fenomenalista. Ora, tal crença não pode advir da experiência pura e, aparentemente teria que ser justificada por um apelo a princípios superempíricos, entre os quais releva o poder explicativo.¹⁰

Na primeira seção do capítulo 4, van Fraassen menciona explicitamente o argumento realista que estamos examinando, sem contudo respondê-lo de forma aceitável, já que se limita a asseverar que não acredita na existência de dados sensoriais (1980, p. 72). Isso poderia apontar para a idéia de um acesso epistêmico mais direto aos objetos materiais ordinários. Porém van Fraassen não diz isso, *nem dá qualquer outra indicação de como pode firmar sua crença nesses objetos*, ao passo em que reconhece explicitamente que “ao endossar um simples juízo perceptual”, como o de que há um rato-realista no rodapé-realista, já está “arriscando o pescoço”.¹¹ Diante disso, até prova em contrário somos tentados a concluir que mesmo van Fraassen precisa, mau grado seu, fazer uso epistêmico do poder

⁹Na nota 19 de seu 1985, van Fraassen adverte, um tanto curiosamente, que na realidade ele apenas *exibe* sua hipótese rival, para efeito de argumento, sem asseverá-la. Esse ponto não altera a substância de nossa análise, porque ela depende unicamente do reconhecimento (explícito e reiterado) de van Fraassen de que a adequação empírica pode, em contraste com a verdade, constituir objeto genuíno de comprometimento epistêmico.

¹⁰ Pode-se apreciar melhor esse ponto quando se nota, por exemplo, que Locke se vê na contingência de evocar razões claramente extra-empíricas para firmar seu realismo sobre o mundo exterior (*Essay*, IV xi), e que Berkeley e Hume puderam, sem conflito com a experiência, rejeitar esse realismo (cada um a seu modo).

¹¹1980, p. 72. Nessa passagem, van Fraassen admite ainda que o mesmo ocorre com relação à crença na adequação empírica, ou seja, tal crença também é arriscada, já que a adequação empírica de uma teoria reconhecidamente ultrapassa em muito qualquer evidência empírica efetivamente disponível (*ibid.*, p. 69). Essa concessão tem sido habilmente explorada por realistas científicos, como Churchland (1985, p. 199) e Musgrave (1985, pp. 40-41), que acusam van Fraassen de se expor aos mesmos argumentos cépticos que utiliza contra seus adversários, quando estes se comprometem com a verdade das teorias científicas. (Van Fraassen replica em seu 1985, pp. 254-55 e Fine treplica em seu 1986b, p. 168.) Este argumento e o que estamos analisando no texto constituem os dois principais argumentos negativos a favor do realismo científico, relativamente ao empirismo construtivo.

explicativo e outras “virtudes” que ele pretende meramente pragmáticas.¹² Sua recusa em conceder esse instrumento epistêmico — e, em especial, os argumentos abduativos — aos adversários parece ter uma motivação *ad hoc*: impedir que o utilizem na defesa do realismo científico.

3.2 Coincidência cósmica.

Passemos agora ao exame de um argumento a favor do realismo científico que, devido à maneira em que foi apresentado por Smart em *Between Science and Philosophy* (cap. 5, pp. 150-2), é por vezes denominado “argumento da coincidência cósmica”. Simplificadamente, consiste em alegar que se uma teoria prediz corretamente uma grande quantidade e variedade de fenômenos é improvável que seja falsa acerca do mundo sub-fenomenico de que suas predições empíricas dependem. Se as entidades não-observáveis postuladas pela teoria não existissem, e se o que a teoria diz sobre elas não fosse aproximadamente verdadeiro, somente uma coincidência de proporções cósmicas poderia explicar seu sucesso empírico.

Esse argumento é, na verdade, bem mais antigo. Podemos encontrá-lo claramente expresso nas Partes 3 e 4 dos *Principes de la Philosophie* de Descartes, onde cumpre papel decisivo na argumentação realista cartesiana.¹³ Sua essência já aparece no parágrafo 43 da Parte 3 dessa obra, cujo sugestivo título é: “*Que não é verossímil que as causas das quais se podem deduzir todos os fenômenos sejam falsas.*” No final da Parte 4 um argumento de teor semelhante aparece, no contexto de um recuo das concessões anti-realistas que acabavam de ser feitas por Descartes. No parágrafo 205 Descartes introduz a categoria epistêmica da *certeza moral*, isto é, aquela “suficiente para regular nossos costumes”, ilustrando-a com os exemplos de nossa certeza de que Roma é uma cidade da Itália e da que temos ao encontrar uma solução para um enigma de letras trocadas. Este último caso é comparado aos seus modelos mecânicos da estrutura da matéria, nos quais a combinação de uns poucos elementos (corpúsculos de certas formas e tamanhos se movendo de determinado modo) é suficiente para explicar uma infinidade de fenômenos físicos. Vejamos os trechos relevantes desse parágrafo:

Que porém se tem uma certeza moral de que todas as coisas deste mundo são tais como foi aqui demonstrado que podem ser.

[...] E se alguém, para adivinhar uma mensagem cifrada escrita com letras ordinárias, resolve ler um B em todo lugar onde houver um A, e um C onde houver um B, substituindo assim no lugar de cada letra aquela que a segue na ordem do alfabeto; e lendo-a dessa maneira encontra palavras que fazem sentido, de nenhum modo duvidará que seja esse o sentido da mensagem [...], embora possa ocorrer que aquele que a escreveu lhe tenha dado um sentido completamente diferente, atribuindo outra significação a cada uma das letras. Pois [esta última hipótese] só muito dificilmente pode ocorrer, principalmente quando a mensagem contém muitas palavras, de modo que [tal hipótese] não é moralmente crível. Ora, se se considerar o grande número das diversas propriedades do ímã, do fogo e de todas as outras coisas do mundo, que foram deduzidas de modo evidentíssimo de um número muito pequeno de causas, propostas por mim no começo deste tratado, ainda que se imagine que eu as tenha inventado ao acaso, sem que a razão me tivesse persuadido delas, nem por isso se deixaria de ter pelo menos tanta razão para julgar que elas são as verdadeiras causas de tudo aquilo que delas

¹² Sobre a desqualificação epistêmica dessas virtudes, ver van Fraassen 1985, parte I, seção 6, e parte II, seções “Ad Paul Churchland” e “Ad Clark Glymour”.

¹³ Para uma análise da intrigante posição de Descartes quanto ao realismo científico, ver Chibeni 1993a.

deduzi, quanto se tem para crer que se encontrou o verdadeiro sentido de uma mensagem cifrada, quando se vê que ele segue da significação que conjecturalmente se deu a cada uma das letras.

Esse arrazoado de Descartes tem o mérito de ressaltar um aspecto da questão que não tem sido suficientemente destacado nos debates contemporâneos.¹⁴ É que toda a força do argumento depende de se considerar teorias que explicam um grande número e uma grande variedade de fatos. Com efeito, se apenas um ou dois fenômenos forem contemplados, explicações alternativas de plausibilidade comparável podem facilmente ser concebidas, inviabilizando a aplicação da regra abductiva. A situação muda quando o *explanandum* é um conjunto numeroso e diversificado de fatos. Neste caso, a formulação de teorias explanatórias unificadas se torna difícil, e quando alguém eventualmente apresenta alguma, parecerá inacreditável que funcione bem mesmo assentando em uma base falsa (a parte sobre não-observáveis).

3.3 Antecipação teórica da experiência

Todavia, o anti-realista poderá retorquir que, a despeito dessa impressão intuitiva, a rigor não constitui nenhuma coincidência ou milagre que uma teoria *especificamente* construída para dar conta de um certo conjunto de fenômenos de fato os explique. O argumento da coincidência cósmica pode, porém, ser complementado, de modo a que se evite essa saída. Esse ponto foi destacado, entre outros, por Alan Musgrave, que observa (1985, p. 210):

É porém diferente se uma teoria projetada para acomodar algumas regularidades fenomênicas acontece predizer *novas* regularidades. O realista tem uma explicação pronta: as entidades postuladas pela teoria realmente existem, e o que a teoria diz sobre elas é verdadeiro (ou aproximadamente verdadeiro). O anti-realista parece ser forçado a dizer que ficções inventadas [*figments dreamed up*] para um determinado propósito milagrosamente acontecem mostrar-se bem adaptadas para um propósito muito diferente.

Mais uma vez, o senso filosófico e científico agudo de Descartes já havia detectado a relevância da antecipação teórica da experiência. No parágrafo 42 da Parte 3 dos *Principes* ele alude explicitamente a essa virtude superempírica, e reconhece seu valor epistêmico:

Mas creio que para [conhecer a verdadeira natureza do mundo visível] não seja preciso que desde o início consideremos todos [os fenômenos], mas que é melhor tratarmos de encontrar as causas dos mais gerais, que propus aqui, a fim de ver se posteriormente dessas mesmas causas podemos também deduzir todos os outros mais particulares que não levamos em conta ao procurar essas causas. Pois se isso ocorrer, constituirá um argumento muito forte para nos assegurar que estamos no caminho verdadeiro.

Notemos, incidentalmente, que essas considerações fornecem apoio aos filósofos da ciência que questionam a validade da distinção estrita entre contexto de descoberta e contexto de justificação.¹⁵ Fatores relativos à gênese e ao desenvolvimento histórico de

¹⁴Ver, no entanto, Thagard 1978. Esse artigo cita (p. 77) interessante passagem de *A Origem das Espécies* na qual Darwin apresenta e defende o argumento da coincidência cósmica em termos bastante claros: “Difícilmente se poderá supor que uma teoria falsa explique, de maneira tão satisfatória quanto a teoria da seleção natural, as várias classes amplas de fatos especificadas acima. Recentemente, objetou-se que esse é um método inseguro de argumentar. No entanto, é um método usado para julgar os eventos comuns da vida, e tem sido freqüentemente empregado pelos maiores filósofos naturais.”

¹⁵ Referências bibliográficas relevantes sobre tal distinção podem ser encontradas em Hoyningen-Huene 1986.

uma teoria podem ser relevantes para a sua justificação. O suporte fornecido a uma teoria por determinado fenômeno parece depender parcialmente do momento em que é observado. Pelo menos no que concerne ao julgamento histórico, é inegável que os episódios de antecipação teórica têm sido decisivos no estabelecimento das crenças da comunidade científica, mesmo quando envolvam entidades não-observáveis. As predições do retorno do cometa de Halley pela teoria newtoniana; do “spot” de Poisson pela teoria ondulatória da luz; dos experimentos de Hertz pela teoria eletromagnética; das observações astronômicas de Eddington pela teoria da relatividade geral são apenas alguns dos inúmeros casos importantes, especialmente abundantes em nosso século.

Na avaliação do realista científico, as teorias científicas capazes de antecipar fenômenos inusitados desse tipo não podem deixar de capturar a realidade, ainda que de forma incompleta e aproximada. Assim, Whewell asseverou que

[...] quando a hipótese, de si própria e sem ajustes para tal fim, fornece-nos a regra e a razão de uma classe [de fatos] não contemplados em sua construção, temos um critério de sua realidade que até agora nunca se pronunciou a favor de falsidades.¹⁶

A nosso ver, esse argumento do poder de antecipação da experiência não tem sido atacado de frente pelos anti-realistas, com possivelmente uma exceção. Os casos apontados por Laudan (1984a, 1984b), de teorias bem sucedidas no seu tempo e que, pelos critérios atuais, são tidas como falsas não parecem ser do tipo relevante aqui considerado. Igualmente, veremos mais adiante que a réplica de van Fraassen a esse argumento realista erra o alvo completamente. A exceção mencionada refere-se a um pouco conhecido artigo de Martin Carrier (1991), no qual são apresentados dois contra-exemplos de teorias que levaram a pelo menos uma nova observação cada e são hoje julgadas falsas. Trata-se da predição, por Priestley, das propriedades redutivas do hidrogênio (em *nossa* ontologia) a partir da teoria do flogisto, e da predição, por Dalton e Gay-Lussac, da igualdade da expansibilidade térmica de todos os gases com base na teoria do calórico. Acreditamos ser importante uma avaliação mais profunda desses casos, bem como a busca nas fontes históricas de eventuais outras instâncias desse mesmo tipo.

3.4 Van Fraassen e a coincidência cósmica

Agora que já expusemos e interpretamos o argumento da coincidência cósmica e seu complemento de uma forma que julgamos adequada, vejamos como van Fraassen o faz. Após considerar o argumento abduutivo direto que analisamos na seção 3.1, van Fraassen apresenta, em um texto pouco claro, sua “segunda objeção” (1980, p. 21) ao uso da abdução na defesa do realismo científico: ainda que admitíssemos a correção da regra abduitiva forte, precisaríamos de *mais uma premissa* para chegarmos ao realismo científico. Essa premissa-extra é a de que *toda* regularidade na natureza *precisa* de uma explicação. Segundo van Fraassen, poderíamos bloquear o percurso do realista simplesmente imitando os nominalistas medievais e aceitando as regularidades naturais como fatos brutos, que não requerem explicação.

Ora, parece que estamos aqui diante de um engano de van Fraassen em sua compreensão do uso realista da abdução. Como as situações de “coincidência cósmica” evidenciam, o raciocínio abduutivo se aplica quando a explicação *já está disponível*. Ou

¹⁶Apud Carrier 1991, p. 26.

seja, uma vez que alguém forneça uma explicação que dê conta de maneira natural de uma multiplicidade de fenômenos, somos convidados a acreditar que é verdadeira, se não for puramente *ad hoc*. Van Fraassen parece não interpretar bem o argumento da “coincidência cósmica”, tomando-o como envolvendo a exigência *ilimitada* de explicação, ou mesmo como consistindo inteiramente dela. Imediatamente após propor a adoção dos critérios nominalistas ele diz: “A linha de argumento de Smart dirige-se exatamente a esse ponto”. Segue então a transcrição do trecho central do texto de Smart, que é comentado nos seguintes termos:

Em outras passagens, Smart fala, de modo similar, em ‘coincidências cósmicas’. As regularidades nos fenômenos observáveis *têm de* ser explicadas em termos de uma estrutura mais profunda, caso contrário ficaremos com uma crença em acidentes felizes e coincidências em uma escala cósmica.

O nosso grifo salienta que o autor de fato entende o argumento como propondo a exigência ilimitada de explicação. Desse modo, torna-se tarefa fácil para van Fraassen criticá-lo, pois essa exigência naturalmente conduz a um regresso infinito de teorias explicativas. Notemos, todavia, que esse argumento anti-realista do regresso não só não se origina do argumento de Descartes-Smart, como também não o compromete. O argumento fornece bases para crermos na verdade de uma teoria que desça “abaixo” dos fenômenos um, dois, três, ou mais, níveis, dependendo do caso, mas não implica que as regularidades postuladas pela teoria no comportamento das entidades desses níveis devam a seu turno ser explicadas por outra teoria, e assim por diante, *ad infinitum*. O realista pode perfeitamente manter que no momento apenas temos bases para crer nas entidades e eventos não-observáveis postulados pelas teorias abrangentes e não *ad hoc* de que dispomos.¹⁷

Além desse mal aplicado apelo ao argumento da regressão infinita, van Fraassen apresenta outra objeção ao suposto argumento de Smart: a exigência de explicações conduz, na microfísica, à exigência de variáveis ocultas. Mas a introdução de teorias de variáveis ocultas encontra obstáculos sérios, conforme mostraram vários resultados teóricos e experimentais recentes. No presente trabalho não dispomos de espaço para adentrar essa discussão mais técnica, e expor nossas críticas ao que afirma van Fraassen (ver Chibeni 1993b e 1995).

3.5 O milagre da ciência

Examinemos agora o argumento realista de Putnam conhecido como *argumento do milagre*, e que van Fraassen ironicamente chama de “argumento supremo”. Como o da coincidência cósmica, esse argumento envolve um raciocínio abduutivo. Nas palavras do próprio Putnam:

[O realismo] é a única filosofia que não faz do sucesso da ciência um milagre. Que os termos nas teorias científicas maduras tipicamente são referenciais [...]; que as teorias aceitas numa ciência madura são tipicamente aproximadamente verdadeiras; que o mesmo termo pode referir à mesma coisa mesmo quando ocorre em teorias diferentes — tais proposições são vistas pelo realista científico não como verdades necessárias, mas como parte da única explicação científica do sucesso da ciência, e portanto como parte de qualquer descrição científica adequada da ciência e de suas relações com seus objetos.¹⁸

¹⁷Para um exemplo explícito dessa postura por parte de um cientista atuante, ver Ruderfer 1967.

¹⁸Putnam 1975, p. 73. Ver também Putnam 1978, Lecture II.

Conforme o entendemos, esse argumento não deve ser confundido com o argumento da coincidência cósmica, como frequentemente ocorre, pois opera em um nível superior, por assim dizer. Do mesmo modo como Descartes e Smart alegam que a capacidade de uma teoria *científica* explicar certos fenômenos constitui evidência de sua verdade, Putnam alega aqui que a capacidade de uma teoria *filosófica* — o realismo científico — explicar o sucesso da ciência fornece evidência de sua verdade. Embora ambos os argumentos forneçam apoio à mesma tese, o realismo científico, fazem-no de formas diferentes.

Laudan e Fine também reconhecem a existência de dois níveis argumentativos distintos na defesa abdutiva do realismo científico, que correspondem, aproximadamente, aos que estamos indicando.¹⁹ Acreditam, porém, que o argumento do nível superior, “metodológico”, contém uma falha fatal: nada menos do que uma petição de princípio. Notando que o argumento depende da atribuição de significação epistêmica a uma inferência abdutiva, alegam que isso “begs the question” a favor do realismo, porque o ponto em disputa é precisamente se se deve ou não acreditar que as teorias que fornecem a melhor explicação dos fenômenos são, *ipso facto*, aproximadamente verdadeiras. Em outros termos, o realista não estaria autorizado a utilizar a abdução no meta-nível porque seu oponente rejeita a abdução no nível básico das teorias científicas. Essa acusação de circularidade não nos parece justa. A abdução não é uma *tese*, e muito menos a tese em disputa, que estaria sub-repticiamente sendo incluída entre as premissas do argumento. É uma *regra* inferencial, que o realista emprega tanto no nível das teorias científicas quanto no nível das teorias filosóficas. Cabe-lhe o direito de fazê-lo, assim como ao anti-realista o de se abster. O que o realista pretende é que essa utilização parece assaz razoável quando se consideram as situações de “coincidência cósmica”, de antecipação teórica, etc.²⁰

Uma confusão sobre o argumento do milagre, na qual van Fraassen incorre, consiste em entendê-lo como se dirigindo à questão de por que somente as boas teorias sobrevivem na ciência. Conforme observa Musgrave (1985, p. 210), a explicação “darwiniana” desse fato oferecida por van Fraassen pode ser aceita também por realistas científicos, como é o caso de Popper, por exemplo. O que, segundo nossa interpretação do argumento do milagre, somente o realismo científico explica é como uma atividade dependente de uma complexa dinâmica interna envolvendo *explícita e essencialmente* uma realidade não-observável pode “dar certo” empiricamente.²¹ Ou, em outros termos, como a ciência como um todo, em suas sofisticadas relações inter-teóricas e com a experiência, seus métodos e sua evolução histórica, é um empreendimento bem sucedido. Note-se que um dos *explananda* mais importantes aqui é exatamente o já referido poder de certas teorias científicas adiantarem-se aos fenômenos. Assim, aquilo que anteriormente descrevemos e analisamos

¹⁹Laudan 1984a, pp. 242-43; Fine 1986a, cap. 7 e 1986b, p. 168.

²⁰Outra crítica de Fine ao argumento do milagre é a de que seu *explanandum* é o produto artificial de uma certa perspectiva histórica (1986b, seção 1). Essa idéia de questionar o que em geral é tido como indubitável — o impressionante sucesso preditivo e explicativo da ciência — já havia sido avançada, com características diferentes, por Larry Laudan (1984b). Aqui nos absteremos de explorar esse ponto de sabor “feyerabendiano”.

²¹Van Fraassen concede, em várias passagens (e.g. 1980, pp. 34, 81 e 93), que a prática da ciência se desenvolve segundo a descrição do realismo. Mas é apenas um “faz-de-conta” realista: a *metodologia* da ciência é uma questão distinta daquela de sua *interpretação* (ibid., p. 93). Isso tem dado margem a críticas como a de Musgrave (1985, p. 217), que considera preferível uma interpretação da ciência que se harmonize com suas regras metodológicas. (Ver também Hooker 1985.)

como um complemento do argumento da coincidência cósmica pode, na verdade, ser entendido como parte do argumento mais geral de Putnam.

3.6 Continuidade observacional controlada

Para encerrar, vejamos ainda como um interessante argumento positivo a favor do realismo científico pode também ser interpretado como envolvendo uma inferência abdutiva. Como se sabe, certos problemas relativos ao estabelecimento de uma distinção observacional/teórico foram explorados por realistas científicos em sua crítica ao positivismo lógico. Um dos argumentos apresentados foi o chamado “argumento do contínuo”. Maxwell 1962, por exemplo, alega que há uma série contínua de ações principiando com a observação de algo através do vazio, depois de um vidro de janela, de óculos, de um microscópio de baixa resolução, de um microscópio de alta resolução, etc., e que “não possuímos um critério que nos permita traçar uma linha não-arbitrária entre ‘observação’ e ‘teoria’” (p. 7). Van Fraassen conseguiu escapar a essa objeção adotando um critério reconhecidamente antropocêntrico e vago (em um certo grau) para o que é observável, e formulando seu anti-realismo em termos puramente epistemológicos. Não adentraremos essa questão aqui.

Queremos apenas chamar a atenção para a existência de um argumento realista que aparentemente se assemelha ao argumento do contínuo, mas que difere dele por ser um argumento do tipo positivo, e por comprometer até mesmo o empirismo construtivo. Poderíamos talvez denominá-lo *argumento da continuidade observacional controlada*. No artigo mencionado, Maxwell tangenciou esse argumento, ao considerar (p. 8) o caso da “observação”, por meio de aparelhos ópticos de baixo poder de aumento, de objetos diretamente observáveis; mas o argumento não chegou a ser formulado. Vamos encontrá-lo apenas em um livro pouco conhecido de Antony Quinton (1973). Vejamos o trecho relevante (p. 301):

A estrutura detalhada de um cristal de neve, que vemos com uma lupa, é algo que ordinariamente devemos considerar como tendo sido observado. É este um passo legítimo? O que conta em seu favor é o fato de que todos os aspectos [*features*] das coisas que são observados sem esse tipo modesto de ajuda instrumental ainda são observados com o instrumento, ao lado de alguns outros aspectos. Mas uma vez admitido que uma coisa pode ser literalmente observada com uma lupa, não parece haver um ponto a partir do qual possamos sensatamente dizer que não estamos observando a própria coisa, mas seus efeitos, quando percorremos a série de instrumentos de auxílio observacional cada vez mais refinados e sofisticados: de lupas a microscópios, e de microscópios ordinários a microscópios eletrônicos com grande poder de aumento. O argumento da continuidade se aplica até mesmo a estes últimos. As propriedades e constituintes do espécime que são visíveis sem o seu auxílio são também vistos com o microscópio em seus graus inferiores de magnificação, embora grandemente ampliadas. Na medida em que cresce a magnificação, alguns dos detalhes que eram observados no estágio precedente ainda estão lá para serem vistos.

O ponto original do argumento não foi ressaltado por Quinton, nem por outros autores. O argumento clássico do contínuo nos convida a considerar como observações legítimas todos os atos da série, porque parar em um estágio qualquer parece arbitrário. É, pois, um argumento negativo, porque expõe uma fraqueza da posição anti-realista (a necessidade de quebrar a série arbitrariamente). Já o argumento de Quinton pode ser entendido como um argumento positivo: cada passo da série é legitimado, enquanto ato de observação, porque o aparelho reproduz fielmente os aspectos da coisa observada que se percebiam no estágio precedente. Assim, partindo da observação com os sentidos desarmados, a série toda pode

ser percorrida com segurança, desde que se assuma, plausivelmente, que se um determinado instrumento for fiel na reprodução de certos aspectos do objeto, acerca dos quais já estávamos seguros, também o será naqueles outros ainda não observados.

Notemos agora que esse argumento pode, quando visto por outro ângulo, ser entendido como um tipo de argumento abduativo. Considerando a série encadeada de observações putativas, pode-se propor que *a realidade das coisas microscópicas e suas propriedades constitui a melhor explicação para o conjunto dos fenômenos relativos à série*. Não só isso: além de natural e perfeitamente adaptada a seu fim, tal explicação é, ao que parece, a única jamais concebida. Se essa redução do argumento de Quinton à classe dos argumentos abduativos estiver correta, nossa opinião de que a defesa positiva do realismo científico tem seu principal ponto de apoio nas inferências abduativas receberá uma confirmação a mais.²²

4. Conclusões

Após havermos procurado elucidar a natureza geral das inferências abduativas e da tese do realismo científico, empreendemos uma análise do papel desempenhado pelos argumentos abduativos na defesa dessa tese epistemológica. Pudemos constatar a relevância desse papel, talvez não sendo exagero afirmar que a sustentação do realismo científico depende, em grande medida, do reconhecimento da legitimidade das inferências abduativas enquanto instrumentos epistêmicos.

Não há dúvida de que isso representa, no mínimo, uma flexibilização do ideal empirista clássico. Assim é que a posição de um dos principais críticos do realismo científico em nossos dias — Bas van Fraassen — alegadamente tem sua motivação última na tentativa de preservar esse ideal.

No entanto, nosso exame evidenciou que, ao não indicar como ele próprio pode justificar seu comprometimento com o realismo acerca dos objetos materiais ordinários, van Fraassen deixa aberta ao adversário a possibilidade de acusá-lo de violação semelhante do empirismo estrito, já que aparentemente o estabelecimento desse realismo também requer a atribuição de valor epistêmico aos princípios superempíricos e, em particular, o uso epistêmico de argumentos abduativos.

Quanto à defesa positiva do realismo científico, tentamos esclarecer os pressupostos, estrutura e implicações dos argumentos ditos “da coincidência cósmica” e “do milagre”, ambos de tipo abduativo. Na seção 3.6, sugerimos ainda que um pouco conhecido argumento de Antony Quinton pode ser interpretado como um argumento realista desse mesmo tipo.

Em sua face polêmica, nossa investigação dos dois primeiros argumentos positivos mostrou que van Fraassen se enganou seriamente quanto a sua real natureza, deixando-os, conseqüentemente, sem resposta efetiva. O persuasivo argumento de Quinton não é mencionado por van Fraassen.

²²Em seus interessantes estudos da questão da observabilidade por meio de instrumentos, Ian Hacking apresenta argumentos que se aproximam bastante do argumento de Quinton, e o reforçam em vários aspectos. Ver Hacking 1983 e 1985. Parece-nos também possível interpretar em termos de inferências abduativas a idéia central de Hacking, de que a utilização, na prática científica contemporânea, das entidades não-observáveis como instrumentos de investigação fornece bases para as aceitarmos como reais.

Se as análises deste trabalho estiverem corretas, teremos, em suma, evidenciado, que van Fraassen nem mostrou que pode prescindir do uso epistêmico das inferências abduativas, nem rebateu adequadamente os principais argumentos abduativos a favor do realismo científico.

Referências

- ACHINSTEIN, P. Inference to the best explanation: Or, Who won the Mill-Whewell debate? *Studies in the History and Philosophy of Science*, v. 23, n. 2, p. 349-64, 1992.
- ADAM, C. & TANNERY, P. (eds.) *Oeuvres de Descartes*. Paris: Vrin, 1971.
- CARRIER, M. What is wrong with the miracle argument? *Studies in the History and Philosophy of Science*, v. 22, n.1, p. 23-36, 1991.
- CHIBENI, S. S. Descartes e o realismo científico. *Reflexão*, n. 57, p. 35-53, 1993a.
- . *Aspectos da Descrição Física da Realidade*. Campinas: Departamento de Filosofia, Unicamp, 1993b. (Tese de doutorado, publicada pela *Coleção CLE*, v. 21, 1997.)
- . Le réalisme scientifique face à la microphysique. (Manuscrito, 1995.)
- CHURCHLAND, P. M. The ontological status of observables: In praise of superempirical virtues. In: CHURCHLAND & HOOKER 1985, p. 35-47.
- CHURCHLAND, P.M. & HOOKER, C.A. (eds.) *Images of Science*. Chicago: University of Chicago Press, 1985.
- CUSHING, J., DELANEY, C.F. & GUTTING, G.M. (eds.) *Science and Reality*. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1984.
- DESCARTES, R. *Les Principes de la Philosophie*. In: ADAM & TANNERY 1971, Tomo IX-2.
- DUMMETT, M. *Truth and Other Enigmas*. London: Duckworth, 1978.
- ENNIS, R.H. Enumerative induction and best explanation. *Journal of Philosophy*, v. 65, n.18, p. 523-33, 1968.
- FEIGL, H. & MAXWELL, G. (eds.) *Scientific Explanation, Space and Time*. (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, v. III.) Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962.
- FINE, A. *The Shaky Game*. Chicago: University of Chicago Press, 1986a.
- . Unnatural attitudes: Realist and instrumentalist attachments to science. *Mind*, v. 45, n. 378, p. 149-79, 1986b.
- GHINS, M. Scientific realism and invariance. In: *Philosophical Issues*, v. 2. Proceedings of the Third Conference on Epistemology. SOFIA. Campinas, Brazil, August 1990. Ed. Henrique Villanueva. Atascadero, CA: Ridgeview, 1992.
- HACKING, I. *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

- . Do we see through a microscope? In: CHURCHLAND & HOOKER 1985, p. 132-52.
- HARMAN, G. The inference to the best explanation. *Philosophical Review*, v. 74, n.1, p. 88-95, 1965.
- . Enumerative induction as inference to the best explanation. *Journal of Philosophy*, v. 65, n.18, p. 529-33, 1968.
- HOYNINGEN-HUENE, P. Context of discovery and context of justification. *Studies in the History and Philosophy of Science*, v.18, n. 4, p. 501-15, 1987.
- HOOKER, C. A. Surface dazzle, ghostly depths: An exposition and critical evaluation of van Fraassen's vindication of empiricism against realism. In: CHURCHLAND & HOOKER 1985, p. 153-96.
- LAUDAN, L. A confutation of convergent realism. In: LEPLIN 1984, p. 218-49. 1984a.
- . Explaining the success of science: Beyond epistemic realism and relativism. In: CUSHING et al. 1984, p. 83-105. 1984b.
- LEPLIN, J. (ed.) *Scientific Realism*. Berkeley: University of California Press, 1984.
- LOCKE, J. *An Essay concerning Human Understanding*. Edited with an Introduction, Critical Apparatus and Glossary by P.H. Nidditch. Oxford: Clarendon Press, 1975.
- MAXWELL, G. The ontological status of theoretical entities. In: FEIGL & MAXWELL 1962, p. 3-27.
- MUSGRAVE, A. Realism versus constructive empiricism. In: CHURCHLAND & HOOKER 1985, p. 197-221.
- PEIRCE, C.S. *Collected Papers*, v. 5 e 6 (dois volumes em um). Ed. Charles Hartshorne. Cambridge, Mass.: The Belnap Press of Harvard University Press, 1934-1935.
- PUTNAM, H. What is mathematical truth. In: *Mathematics, Matter and Method*. (Philosophical Papers, v.1.) Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- . *Meaning and the Moral Sciences*. Boston, Routledge & Kegan Paul, 1978.
- . *Reason, Truth and History*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
- QUINTON, A. *The Nature of Things*. London: Routledge & Kegan Paul, 1973.
- RUDERFER, M. Ballistic theory of light. *Electronics & Power*, março 1967, p. 96.
- SMART, J.J.C. *Between Science and Philosophy*. New York: Random House, 1968.
- THAGARD, P.R. The best explanation: Criteria for theory choice. *Journal of Philosophy* v. 75, n. 2, p. 76-92, 1978.
- VAN FRAASSEN, B. C. *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press, 1980.
- . Empiricism in the philosophy of science. In: CHURCHLAND & HOOKER 1985, p. 245-308.