

LEONARDO FRANCISCO SCHWINDEN

O EMPIRISMO CONSTRUTIVO DE BAS VAN FRAASSEN  
E A QUESTÃO DA OBSERVABILIDADE NA CIÊNCIA

Dissertação submetida ao Departamento de  
Filosofia da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do título de Mestre em  
Filosofia.

Área de Concentração: Epistemologia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique de Araújo Dutra

Florianópolis  
2003

LEONARDO FRANCISCO SCHWINDEN

O EMPIRISMO CONSTRUTIVO DE BAS VAN FRAASSEN  
E A QUESTÃO DA OBSERVABILIDADE NA CIÊNCIA

Dissertação submetida ao Departamento de  
Filosofia da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do título de Mestre  
em Filosofia.

Área de Concentração: Epistemologia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique de A. Dutra

Florianópolis  
2003

A natureza em si, ou a natureza para a consciência que se tem dela,  
O movimento na substância das coisas,  
As coisas no movimento substantivo das formas,  
As formas da consciência na percepção do fenômeno observável,  
O observador como parte da observação, no observado,  
O conhecimento aos saltos luminosos de massas e energias indescobertas,  
Mas nuas no experimento fundador,  
A orquestração de fórmulas perfeitas, acabadas, consistentes,  
Belas em sua verdade abstratamente imperativa,  
Sensivelmente intangível, empiricamente indemonstrável,  
Dualidade de mundos, multiplicação de universos,  
Dobraduras do tempo e do espaço,  
Rugas infinitas do espaço-tempo!

Carlos Vogt

## AGRADECIMENTOS

Aos professores do Departamento de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em particular, aos Professores com quem tive mais contato, Luiz Henrique Dutra, Alberto Oscar Cupani, Gustavo Andrés Caponi, Marco Antônio Frangiotti e Décio Krause, fico imensamente grato pelos seus testemunhos de seriedade profissional, acolhimento e humanidade.

Ao CAPES, uma das poucas instituições em nosso país que fomentam a pesquisa na área de filosofia, pelo suporte financeiro imprescindível para a realização desta pesquisa.

À Jaqueline, minha noiva no maior período da elaboração desse trabalho, hoje minha esposa, pelo incentivo e, mais especialmente, pela compreensão com as minhas ausências, notadamente, nos feriados ensolarados durante os quais tive que trabalhar para cumprir o cronograma.

## RESUMO

O Empirismo Construtivo é a concepção de que o objetivo da ciência é o de alcançar teorias que são empiricamente adequadas. De acordo com essa concepção, há uma distinção entre fenômenos observáveis e inobserváveis.

Esta dissertação procura discutir o que van Fraassen diz sobre a observabilidade, e considerar algumas das objeções que foram levantadas contra sua doutrina.

O Realismo Científico e o Empirismo Construtivo são aqui caracterizados, em particular a respeito da questão da observabilidade.

## ABSTRACT

Constructive empiricism is the view that the aim of science is to achieve theories that are empirically adequate. According to this view there is a distinction between observable and inobservable phenomena.

This dissertation seeks to discuss what van Fraassen says about observability and to consider some objections that have been raised against his doctrine.

Scientific realism and Constructive empiricism are here also characterized particularly as to the issue of observability.

# SUMÁRIO

<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b>8</b>
<b><u>O REALISMO CIENTÍFICO</u></b>	<b>12</b>
<u>O QUE AFIRMA O REALISMO CIENTÍFICO</u> .....	13
<u>FILOSÓFICO OU CIENTÍFICO?</u> .....	20
<u>A ORIGEM DA QUESTÃO REALISTA</u> .....	23
<u>O REALISMO DE ENTIDADES</u> .....	31
<b><u>O EMPIRISMO CONSTRUTIVO</u></b>	<b>36</b>
<u>EMPIRISMO RE-ESTILIZADO</u> .....	43
<u>ABORDAGEM SEMÂNTICA</u> .....	51
<b><u>A OBSERVABILIDADE NA CIÊNCIA SEGUNDO O EMPIRISMO CONSTRUTIVO</u></b>	<b>67</b>
<u>A DISTINÇÃO OBSERVÁVEL/INOBSERVÁVEL NO <i>THE SCIENTIFIC IMAGE</i></u> .....	70
<u>O EMPIRISMO E OS LIMITES DA OBSERVABILIDADE</u> .....	78
<u>A OBSERVABILIDADE NO EMPIRISMO CONSTRUTIVO HOJE</u> .....	90
<u>UMA ALTERNATIVA À DEMARCAÇÃO DE VAN FRAASSEN</u> .....	97
<b><u>CONCLUSÃO</u></b>	<b>104</b>
<b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b>110</b>
<b><u>ANEXOS</u></b>	<b>118</b>

# INTRODUÇÃO

Numa interpretação realista das teorias científicas atuais, os eventos e as entidades que podemos distinguir puramente pelos sentidos representam apenas uma pequena parcela de tudo o que existe. Para além das dimensões e das distâncias abarcadas pelos sentidos humanos no espaço-tempo, existiriam ainda inúmeras entidades e processos, muitos deles diretamente responsáveis pela ocorrência do que podemos observar.

Dessa maneira, com dimensões muito abaixo do que é possível observar diretamente, haveria entidades reduzidíssimas como os átomos, cujo raio mediria de 1 a 2 *angstrom* ( $10^{-8}$  cm)<sup>1</sup>. Abaixo deles, existiria também todo um conjunto de partículas cada vez menores, divididas em dois grupos: os *bósons*, composto pelas partículas que transmitem forças (como o fóton, o gráviton, etc.), e os *férmions*, contendo as partículas que compõem a matéria (como prótons, elétrons, quarks, etc.). E, por último, haveria as menores entidades do universo que não seriam partículas, mas minúsculos filamentos, denominados de *cordas*, entidades tão pequenas (na escala do comprimento de Planck:  $10^{-33}$ cm) e extremamente rígidas (uma tensão de  $10^{39}$  toneladas) que vistas com instrumentos hoje disponíveis pareceriam apenas pontos. Acredita-se que, de acordo com os diferentes modos de vibração dessas cordas, se originariam tanto as partículas bosônicas quanto as fermiônicas.<sup>2</sup> E, ainda segundo a teoria que descreve essas entidades – a Teoria das Supercordas -, além das três dimensões espaciais que podemos

---

<sup>1</sup> Outra forma de lembrar seu tamanho é esta: se uma maçã for ampliada até o tamanho da Terra, os átomos da maçã terão aproximadamente o tamanho da maçã original (cf. Feynman, 1999, p. 40).

<sup>2</sup> Sobre a Teoria das Supercordas, cf. Brian Greene, 1999, *The Elegant Universe*.



observar e a do tempo, haveria mais seis dimensões espaciais, num total de dez dimensões. Essas seis dimensões estariam enroladas sobre si mesmas, com distâncias menores que o comprimento de Planck e, portanto, impossíveis de serem detectadas.

Acima da dimensão atômica, existiriam as moléculas ( $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $C_6H_{12}O_6$ , *DNA*, etc.). Formadas pela associação entre átomos, algumas dessas entidades poderiam ser observadas por técnicas avançadas como a microscopia eletrônica ou a cristalografia.

Numa dimensão acima da molecular, existiriam entidades ainda invisíveis relevantemente complexas: organismos como o vírus, as bactérias, e, até mesmo certos insetos (ácaros).<sup>3</sup>

Mas, segundo a interpretação da ciência proposta por van Fraassen, não precisamos acreditar na existência de nenhuma dessas entidades invisíveis. E a razão não é simplesmente porque as teorias que falam dessas entidades, como mostra a história das teorias científicas, provavelmente estejam erradas e venham a ser substituídas com o passar do tempo.

Segundo van Fraassen, não devemos fazer reificação do discurso científico sobre eventos inobserváveis, porque os procedimentos utilizados para verificá-lo seriam substancialmente diferentes do procedimento em que baseamos nossas crenças na existência: a observação, que para van Fraassen é algo realizável sem a ajuda de aparelhos, apenas pelo organismo humano.

Em função disso, seria inadequado interpretar, da forma como normalmente se faz, os microscópios ópticos e principalmente os eletrônicos, como se fossem “janelas para níveis invisíveis do mundo”. Da mesma forma, seria inadequado apreciar as imagens fornecidas por

---

<sup>3</sup> Cf. ANEXOS: Tabela 1.

esses aparelhos de modo equivalente às imagens que são obtidas em outros aparelhos, como uma máquina fotográfica, por exemplo, que simplesmente copia o que pode ser observado também sem ela.

Não precisamos, segundo isso, acreditar que os microscópios revelam a realidade e que as imagens que eles fornecem se referem a objetos reais descritos por uma teoria. A sugestão de van Fraassen, coerente com princípios empiristas, é a de que podemos tomar os microscópios simplesmente como interessantes aparelhos geradores de imagens adequadas com uma determinada teoria, não necessariamente com a realidade.

Como se pode notar, a proposta de van Fraassen é bastante radical, no sentido de que difere bastante do que se convencionou pensar a respeito desse assunto. Pretende ser uma visão empirista atualizada de ciência, mais aceitável no estágio atual da filosofia da ciência que o Empirismo Lógico de Carnap, e principalmente, mais aceitável que outra importante posição: o Realismo Científico (grosso modo, a visão com a qual iniciamos este texto, de que as coisas inobserváveis postuladas pelas teorias científicas existem).

O objetivo desse trabalho é investigar o tratamento dado por van Fraassen à questão da observabilidade, que engloba questões relativas ao alcance da capacidade humana de observar e da relação desta capacidade com o conhecimento.

Antes de tratarmos diretamente desse tema, vamos contextualizá-lo na discussão mais ampla em que ele está inserido: os ataques de van Fraassen ao Realismo Científico.

Para isso, vamos investigar inicialmente em que consiste a visão realista da ciência, momento em que analisaremos as principais teses que são defendidas, bem como alguns dos principais defensores dessa visão.

Em seguida, vamos nos concentrar sobre uma caracterização geral da proposta de van Fraassen – o Empirismo Construtivo – procurando identificar as razões que o levaram a propor tal posição e a rejeitar o Realismo Científico.

Por fim, chegaremos a nosso objeto: a questão da observabilidade. Vamos analisar mais de perto por que não precisamos acreditar que entidades como elétrons existem e por que também não deveríamos confiar que certos aparelhos científicos, como os microscópios, revelam a realidade, ao passo que os telescópios ópticos, sim.

## Capítulo 1

# O REALISMO CIENTÍFICO

O propósito do presente trabalho é discutir a questão da observabilidade na ciência segundo a posição proposta por Bas van Fraassen (VAN FRAASSEN, 1981) denominada de *Empirismo Construtivo*.

O Empirismo Construtivo foi colocado com a intenção de ser um rival, uma alternativa supostamente melhor, a uma posição de grande prestígio no campo da Filosofia da Ciência, denominada de Realismo Científico. Desta forma, para podermos avaliar a plausibilidade do Empirismo de van Fraassen, faz-se necessário conhecermos também a posição realista que ele visa combater.

Como uma primeira caracterização do Realismo Científico, podemos conceituá-lo como uma certa interpretação da ciência entendida globalmente; uma visão que se abstrai das ações e objetivos isolados dos cientistas, procurando enxergar, para além disso, o que seria o “verdadeiro sentido”, a “descrição correta” de toda a atividade científica.

A interpretação realista enxerga a ciência como um processo de “descoberta do mundo”, e determina que seu objetivo é fornecer um relato verdadeiro de como é o mundo, descrevendo da forma mais completa possível todos os processos e entidades que o compõem, ainda que sejam inacessíveis aos sentidos humanos.

Outra característica dessa visão é considerar os eventuais acertos das previsões científicas como evidências claras de que a ciência consegue, de fato, uma tal descrição do mundo. Como observa Arthur

Fine, enquanto superestima os acertos da ciência, tal visão acaba negligenciando uma montanha de erros que também está presente na investigação científica.<sup>4</sup>

A propósito dessa visão realista, à primeira vista, pode parecer não haver qualquer problema com ela. De fato, é difícil para alguém que não esteja iniciado no assunto identificar prontamente problemas com essa visão, já que ela é muito próxima da visão de senso comum que se tem acerca da ciência. No entanto, o Realismo Científico não é apenas isso. Há ainda outras teses, mais específicas, que têm sido motivo de graves objeções. São teses que fazem do Realismo Científico uma posição mais problemática do que esperaria um recém-chegado na discussão, e certamente mais do pretendem seus defensores.

Para entendermos em que consiste o Realismo Científico, vamos considerar as principais teses que são reconhecidas como tipicamente realistas. Vamos ver que elas podem ser de dois tipos: epistemológicas, referindo-se às teorias e aos métodos científicos, e teses ontológicas, referindo-se às entidades e aos processos que compõem o mundo, que existem. Depois disso, vamos apresentar cronologicamente as situações que originaram a discussão em torno do Realismo Científico, não esquecendo de apresentar também os autores representativos dessa discussão.

### **O que afirma o Realismo Científico**

Analisando a literatura filosófica, podemos constatar que, diferente de tantas outras posições e sistemas filosóficos, não é tarefa fácil identificar o Realismo Científico como corpo coeso de afirmações. Tendo surgindo basicamente como um conjunto de críticas contra o Empirismo

---

<sup>4</sup> cf. FINE, 1986, pp. 152-153.

Lógico, o Realismo foi se configurando, ao longo do tempo, de uma forma mais ou menos difusa, a partir de afirmações de diferentes autores nas mais diversas discussões sobre a ciência. A esse respeito, Laudan certa vez observou:

A falta de especificidade sobre o que o Realismo propõe torna difícil avaliar suas afirmações, uma vez que muitas formulações são muito vagas, não havendo onde se agarrar. Ao mesmo tempo, qualquer esforço para formular a posição realista com maior detalhe deixa a crítica aberta para a acusação de ataque a um espantalho. (LAUDAN, 1984, pp. 219)

Van Fraassen (VAN FRAASSEN, 1981) vai ser um dos primeiros a propor uma caracterização do Realismo capaz de dar um sentido unificador às diversas teses dos realistas então existentes. Por outro lado, como nosso propósito é analisar o Realismo Científico em um nível mais detalhado, deixaremos para mais adiante a caracterização do Realismo dada por van Fraassen. Mas vamos passar a analisar algumas afirmações tipicamente realistas presentes em discussões mais restritas.

Uma dessas discussões é a que trata do problema da aceitação das teorias científicas, ou da identificação das razões pelas quais as teorias são aceitas no meio científico. Dentro dessa discussão, a tese do Realismo é a de que as teorias são aceitas na condição de serem verdadeiras, ou seja, relatos corretos da realidade.

Desta forma, a explicação para a aceitação por parte da comunidade científica atual de teorias, como a teoria quântica, a teoria da relatividade, a síntese neo-Darwiniana etc., é a de que elas são aceitas em cada uma de suas ciências específicas com a crença de que são *verdadeiras*. Isso é bem diferente de dizer que elas são aceitas por se constituírem, para os cientistas, em instrumentos confiáveis de predição dos fenômenos; ou,

então, simplesmente porque permitem solucionar os problemas previamente suscitados por alguma tradição de pesquisa, ou, ainda, somente porque convêm aos interesses humanos.

Afirmando que as teorias são aceitas porque são verdadeiras, o Realismo Científico expressa sua concepção da verdade como a relação de correspondência entre um *discurso sobre* o mundo com o mesmo *mundo* (em si mesmo).<sup>5</sup> No caso das teorias científicas, é a visão de que o conteúdo, a estrutura e o significado dos termos das teorias (verdadeiras) não são puramente convenções humanas, nem meras ficções, mas coisas estabelecidas também em função de como o mundo está estruturado. É a visão de que a ciência é essencialmente uma atividade de “descoberta” de fatos sobre o mundo, fatos que supostamente existem independentemente de serem ou não pensados pelos cientistas.

A visão realista pressupõe que não há limites para a capacidade de descobrir fatos sobre o mundo, sendo a ciência capaz de descobrir até mesmo aqueles fatos que se encontram fora do alcance direto<sup>6</sup> dos sentidos humanos.

A explicação desenvolvida pelo Realismo para a aceitação das teorias científicas envolve a crença na verdade das teorias. Mas, para que não cometamos o erro de apresentar um Realismo Científico excessivamente ingênuo, deve ser feito um esclarecimento.

Como se pode notar na literatura, um realista científico raramente vai afirmar que as teorias são aceitas porque são estritamente verdadeiras. Em vez disso, vai utilizar uma noção menos comprometida com essa crença na exatidão da correspondência das teorias com o

---

<sup>5</sup> Uma análise da noção de verdade utilizada dentro do Realismo Científico - a teoria correspondencial da verdade - pode ser encontrada em PUTNAN, 1984, p. 148ss, e em DUTRA (2001) e DUTRA (1996).

<sup>6</sup> Com “alcance direto” quero dizer o alcance conseguido apenas com órgãos sensoriais humanos ordinários, sem auxílio de nenhum aparato tecnológico.

mundo; a exatidão é pouco sustentável diante das constantes modificações nas concepções científicas da realidade.

Sobre esse ponto, vale citar aqui o comentário de Dutra a respeito da crítica de Boyd à noção de verdade exata:

Boyd acha que a noção de verdade exata não é adequada para avaliarmos a história das ciências, uma vez que temos razões para acreditar que todas as teorias que aceitamos são falsas. Não obstante falsas<sup>7</sup>, elas são, a nossos olhos, melhores que suas antecessoras, e esperamos que suas sucessoras venham a estar em melhor posição, isto é, que elas estejam mais próximas da verdade. Mesmo falsas, as teorias nas ciências maduras possuem grãos de verdade, diz Boyd, isto é, certas partes que são verdadeiras. A idéia intuitiva aqui é a de que uma teoria científica nos dá um relato sobre o mundo. *O fato de tal relato ser aproximadamente verdadeiro significa que ele pode ter partes verdadeiras e partes falsas*, por exemplo, identificando as coisas certas, embora sem descrever seu comportamento corretamente. (DUTRA, 2001, p. 54).

Da tese realista de que as teorias são verdadeiras decorre outra: a de que, se as teorias revelam, em seu desempenho preditivo e explicativo, a correspondência com o mundo, então é perfeitamente racional crer na existência das entidades e dos processos inobserváveis que essas teorias mencionam. Assim, "ter boas razões para acreditar em uma teoria é *ipso facto* acreditar que as entidades postuladas pela teoria existem"<sup>8</sup>, como afirma Sellars.

---

<sup>7</sup> Mas não podem ser inteiramente falsas.

<sup>8</sup> Citado em VAN FRAASSEN, 1980, p. 08 e idem, 1984, p. 250.



Tratado em termos *semânticos*, esse problema da existência de entidades inobserváveis que são postuladas pelas teorias científicas é conhecido como o problema *da referência dos termos teóricos*.

Segundo a filosofia da ciência tradicional, representada por Carnap, Schlick<sup>9</sup>, etc., podemos distinguir na linguagem científica entre *termos observacionais*, que se baseiam na experiência dos sentidos, e *termos teóricos*, que se baseiam em uma determinada teoria, sendo que somente os termos observacionais possuem referência, isto é, descrevem estados de coisas no mundo.

Contrariamente a essa posição, o Realismo Científico sustenta que também os termos que o positivista qualifica como teóricos se referem a estados de coisas ou a entidades realmente existentes no mundo, embora não sejam dadas aos sentidos num sentido direto.

Como exemplo de entidades inobserváveis que são mencionados nas principais teorias científicas atualmente aceitas, podemos citar: as supercordas, os *elétrons* e outras partículas elementares da matéria, a estrutura do *espaço-tempo* com suas interessantes medidas, os genes, as espécies biológicas que hoje estão extintas, mas que no passado já viveram, etc.

Então, segundo o Realismo Científico, essas entidades são tão reais quanto as que ordinariamente podemos perceber com os sentidos e juntamente com pedras, casas, aviões e elefantes podem (devem) ser contadas entre as coisas que constituem a chamada “móvel” do mundo.

Com base no que foi dito, podemos distinguir dois aspectos que o Realismo Científico apresenta. Podemos ver que, de um lado, ele é uma doutrina *ontológica* (sobre o que há), porque defende a existência independente das entidades ou processos que são objeto da ciência.

---

<sup>9</sup> Cf. textos diversos na coletânea sobre Schlick e Carnap da Coleção Os Pensadores, São Paulo: Abril Cultural, 1980.

De outro lado, podemos ver que o Realismo é uma doutrina *epistemológica*, por afirmar que a ciência é, de fato, capaz de saber ou descobrir que tipos de entidades ou processos existem e que também podemos saber se as teorias que os descrevem são verdadeiras ou não.

Esse duplo aspecto apresentado pelo Realismo Científico é analisado com maior cuidado por Geoffrey Hellmann (HELLMANN, 1983) e outros<sup>10</sup>.

Segundo a avaliação de Hellmann, as teses ontológicas são as mais centrais e, de uma forma ou de outra, geralmente estão pressupostas nas teses epistemológicas.

Hellmann observa que as teses *ontológicas* podem ser distinguidas entre aquelas que são dadas em uma formulação semântica – envolvendo as noções de referência e verdade – e aquelas que podem ser chamadas de “puramente ontológicas”. Vejamos alguns exemplos de teses nesses dois tipos mencionados por Hellmann:

São teses ontológicas em formulação semântica:

- I. Algumas sentenças teóricas da ciência têm valor de verdade (Michael Dummett);
- II. Não existe demarcação defensável entre sentenças observacionais e sentenças teóricas na ciência para que somente as primeiras tenham valor de verdade (Maxwell);
- III. Os termos da ciência madura são denotativos, e as leis dessa ciência são eminentemente aproximadamente verdadeiras (Boyd).

Teses puramente ontológicas:

---

<sup>10</sup> Ver NOLA, R (1988) e também, MERRIL (1980).

- IV. Muitas ciências investigam um mundo material independente da mente.
- V. O objeto do conhecimento científico é independente da mente dos cientistas.
- VI. Há objetos individuais que existem de alguma maneira independentemente da mente (que estão abertos à investigação científica)<sup>11</sup>;
- VII. Há alguns tipos (tais como elétrons, vírus, árvore conífera neozelandesa ou galáxias) que existem de alguma maneira independente da mente (que estão abertos à investigação científica).

Quanto às teses epistemológicas do Realismo Científico, a idéia de Hellmann é que elas, em geral, são obtidas simplesmente acrescentando-se o que ele chama de um *operador epistêmico* diante de qualquer uma dessas teses ontológicas, sejam dadas em formulação semântica ou não. Donde temos, por exemplo, a partir da primeira tese mencionada as seguintes teses epistemológicas:

I'. *É racional acreditar que algumas sentenças teóricas da ciência têm valor de verdade.*

I''. *Existem boas evidências de que algumas sentenças teóricas da ciência tenham valor de verdade.*

I'''. *Pode-se saber que algumas sentenças teóricas da ciência têm valor de verdade.*

I'''''. *Sabe-se que algumas sentenças teóricas da ciência têm valor de verdade.*

---

<sup>11</sup> As teses VI e VII não constam do trabalho de Hellmann; são extraídas de NOLA (1988).

Ou, ainda, a partir da terceira tese mencionada as seguintes teses ontológicas:

III'. *Pode-se saber que as leis da ciência madura tipicamente são aproximadamente verdadeiras.*

III''. *Pode-se saber de certas leis da ciência madura que elas são aproximadamente verdadeiras.*

### **Filosófico ou científico?**

Uma pequena controvérsia que podemos mencionar também é a que diz respeito ao *status* científico e/ou filosófico do Realismo Científico.

De um lado, há quem afirme que o Realismo Científico é uma posição filosófica, e que um realista científico só pode ser um filósofo. Com esse ponto de vista, podemos encontrar, por exemplo, Ernam McMullin (1984).

Segundo ele, o Realismo Científico é claramente uma doutrina filosófica, vindo na esteira dos famosos Realismos que foram propostos no passado, como o Realismo platônico que defendeu a existência dos universais na Idade Média, ou como o Realismo moderno que se opôs ao idealismo. No entanto, McMullin sublinha que o Realismo Científico, ainda que seja uma posição filosófica, é bastante diferente dos Realismos que o precederam, e com eles não deve ser confundido. O Realismo Científico é “científico” apenas pelo fato de ser uma tese sobre a ciência. “Tanto não é uma teoria científica que os cientistas enquanto cientistas não estão obrigados a defendê-lo ou combatê-lo para que possam realizar seus trabalhos”, explica McMullin (cf. MACMULLIN, 1984, p. 16). Está claro para ele, portanto, que o Realismo Científico tem um *status* diferente da ciência.

Essa questão é comentada também por Putnam (1984), quando diz preferir não usar o adjetivo científico quando se refere ao Realismo para não confundir com a nomenclatura ideologicamente marcada por aqueles que defendem um Realismo naturalizado: “De fato, se um realista científico é aquele que acredita, entre outras coisas, que todo o conhecimento digno desse nome é parte da ciência, então eu não sou um realista científico”, diz Putnam. (PUTNAM, 1984, p 141).

Suppe, adepto dessa opinião, também considera que

(...) as análises filosóficas são empíricas no sentido de que as atuais teorias científicas ou as práticas podem refutá-las, não se segue que o Realismo Científico e o anti-Realismo sejam, em si mesmos, teorias científicas. De fato, os problemas que a análise filosófica tenta resolver, tipicamente, não são problemas científicos; Dessa forma, não existe garantia de que o que é adequado para se fazer ciência seja adequado também para fazer filosofia da ciência (SUPPE, 1989, pp. 31).

E por último pode ser citado van Fraassen que, ao responder às críticas de Musgrave, declara:

São filósofos e não cientistas que podem ser realistas ou empiristas, pois a diferença nas posições não é sobre o que existe, mas sobre o que a ciência é. E, se a escolha de teoria é uma escolha de qual teoria aceitar (diferente de acreditar), então muitos fatores além de concordância com a evidência tornam-se relevantes. O compromisso envolvido na aceitação da teoria poderia ser justificado independentemente de sua adequação empírica ou verdade. (VAN FRAASSEN, 1985, pp. 255).

Por outro lado, há os que sustentam que o Realismo Científico não é apenas uma doutrina filosófica, mas que também pode ser apreciável empiricamente como qualquer teoria científica. Um dos principais defensores dessa opinião é o realista Richard Boyd.

No artigo “*The Current Status of Scientific Realism*” (BOYD, 1984, pp. 58-59), referindo-se à idéia que vem defendendo desde os seus escritos anteriores,<sup>12</sup> Boyd diz que “uma abordagem realista das teorias científicas é um componente na única explicação cientificamente plausível para a confiabilidade instrumental da metodologia científica”. Note-se que ele diz “cientificamente” plausível e não “filosoficamente” plausível.

Conforme veremos adiante, Boyd acha que o Realismo Científico é mesmo uma teoria científica capaz de explicar algo que é apontado por ele como um fato tão carente de uma explicação (científica) quanto qualquer outro fato na natureza: o *sucesso* instrumental/preditivo que é apresentado pelas teorias e pelos métodos científicos.

De acordo com Boyd, somente admitindo-se que as teorias e os métodos são “*aproximadamente verdadeiros*”, que de alguma forma são regulados por algo exterior – o mundo –, é que se poderia explicar o impressionante grau de acerto que notadamente é alcançado pelas previsões científicas sobre os acontecimentos no mundo. Ele entende que, a não ser que admitamos que as previsões da ciência acertem por mero acaso, o Realismo Científico deve ser assumido como a melhor explicação para esse fato.

Um dos motivos alegados por Boyd para que o Realismo Científico deva ser considerado como uma teoria científica é o fato de ser obtido por

---

<sup>12</sup> R. Boyd: “Determinism, Laws and Predictability in Principle”, *Philosophy of Science* 39 (1972); “Realism, Undetermination and A Causal Theory of Evidence”, *Nous* (March 1973); “Metaphor and Theory Change”, *In Metaphor and Thought* ed. Andrew Ortony, Cambridge University Press, 1979; “R. Boyd, Materialism without Reductionism: what physicalism does not entail”, in *Readings in Philosophy of Psychology*, vol. 1 ed. Ned Block (Cambridge: Harvard University Press, 1980); and “R.

meio de um método de inferência bastante utilizado na ciência: a Inferência da Melhor Explicação (IBE<sup>13</sup>). Assim, por ser fruto de uma investigação eminentemente científica e natural, o Realismo Científico deve ser tomado como uma teoria científica e não filosófica.

Todavia, muitos vão apontar defeitos nesse tipo de defesa do Realismo Científico. Há críticas contra a necessidade de explicação para o sucesso instrumental da ciência. Van Fraassen, por exemplo, vai dizer que a explicação do sucesso instrumental da ciência não precisa envolver a verdade das teorias, apenas sua “*adequação empírica*” (conforme veremos no capítulo 2).

Fine, por sua vez, vai dizer que a plausibilidade do *explanandum* – que a prática rigorosa da ciência leva a um sucesso instrumental abundante – é, na verdade, uma ilusão provocada por nossa perspectiva histórica. Ele nos faz observar que existem muito mais erros e falhas no dia-a-dia da prática científica que sucesso. Nesse sentido, alerta: “Convidando-nos a explicar o sucesso instrumental da ciência, o realista faz uma espécie de truque ardiloso, e direciona nossa atenção apenas para o topo das montanhas de erros. A paisagem científica, eu presumo, é consideravelmente mais variada que aquela para a qual o realista nos faz enxergar” (FINE, 1986).<sup>14</sup>

### **A origem da questão realista**

Para tratarmos desse ponto sobre a origem da questão do Realismo, vamos nos valer da contribuição de Fine para a *Routledge Encyclopedia of*

---

Boyd, “Scientific Realism And Naturalistic Epistemology”, in P. ASQUITH and R. GIERE (eds), *PSA* 1980, 2.

<sup>13</sup> “Inference to the Best Explanation”.

<sup>14</sup> FINE, A (1986) “Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science”, *Mind*, 95, pp. 149-179.

*Philosophy*.<sup>15</sup> No verbete dedicado ao Realismo/Anti-Realismo, ele expõe quais foram os motivos que levaram ao estabelecimento do Realismo Científico analisando também as formas com que essa posição vem sendo defendida ou combatida.

De acordo com Fine, foram os debates sobre a realidade das moléculas e dos átomos, no fim do século XIX e início do XX, que polarizaram a comunidade científica sobre a questão do Realismo.

Anti-realistas como Mach, Duhem e Poincaré, que representam, respectivamente, as posições fenomenalista, instrumentalista e convencionalista, foram os que, primeiro, tomaram uma atitude cética com relação à verdade das teorias e à realidade das entidades inobserváveis empregadas por elas.

Em contrapartida, conduzidos pelo sucesso da Mecânica Estatística (na termodinâmica) e da Teoria da Relatividade, Planck e Einstein ajudaram a mudar a situação em favor do Realismo. Mas esse movimento foi logo posto em xeque por dois desenvolvimentos.

Na física, a *Mecânica Quântica* de 1925/1926 rapidamente trouxe dificuldades sobre a possibilidade de uma interpretação realista e a comunidade de cientistas, em grande parte, fixou-se no programa instrumentalista promovido por Bohr e Heisenberg. Segundo Fine, tal fato serviu para que o *Empirismo Lógico* taxasse a questão do Realismo como uma questão metafísica, como um pseudoproblema. Esse foi o momento em que as tendências instrumentalista e empirista ofuscaram o Realismo Científico.

Mas a situação voltou a mudar nos anos 60, quando a ciência e suas aplicações se tornaram ubíquas e dominantes na cultura ocidental. Foi nesse cenário que filósofos como Smart (1963) e Putnam (1975)

---

<sup>15</sup> FINE, A. (1998) In *Routledge Encyclopedia of Philosophy*. Ed. Edward Craig, Churchill College, Cambridge, UK.



propuseram o que veio a ser conhecido como *argumento do milagre* em favor do Realismo Científico. Eles diziam que, a menos que as entidades inobserváveis empregadas pelas teorias científicas realmente existissem e as próprias teorias fossem ao menos aproximadamente verdadeiras, o evidente sucesso da ciência (em termos de suas aplicações e predições) não poderia ser explicado de outra maneira senão como milagre. Fine observa que, apesar de problemático e inconclusivo, o argumento do milagre vai continuar sendo usado, durante as próximas duas décadas, na defesa do Realismo. De fato, observa Fine, durante esse período, o Realismo se tornou tão identificado com a ciência que os questionamentos do Realismo eram rapidamente rechaçados como anticiência. Fine menciona também que os realistas ortodoxos encontraram apoio no ataque de Popper (1972) ao Instrumentalismo, acusando sua incapacidade de dar conta da metodologia falseacionista.

Um segundo desenvolvimento significativo em favor do Realismo foi promovido por Richard Boyd, com uma versão explanacionista do argumento do milagre, que se concentrou sobre os *métodos* da ciência, e que tentava dar um sentido apropriado aos aspectos antropocêntricos (construtivista e convencionalista) enfatizados já por Thomas Kuhn e Paul Feyerabend. Vejamos como Boyd apresenta o ponto de sua disputa com os construtivistas.

A afirmação de que o Realismo Científico deve ser requerido a fim de se poder explicar, adequadamente, a confiabilidade instrumental da metodologia científica, pode ser motivada pela revisão do principal argumento construtivista contra o Realismo Científico. O construtivista interroga: Como deve o mundo ser para que uma metodologia tão dependente de teoria como a nossa possa constituir uma maneira de descobrir o que é verdadeiro? Ele responde: o mundo tem que ser

amplamente definido ou constituído pela tradição teórica que define aquela metodologia. É claro que outra resposta é ao menos possível: o mundo deve ser tal que as leis e teorias incorporadas em nossa tradição teórica atual sejam aproximadamente verdadeiras. Nossa metodologia, baseada em teorias aproximadamente verdadeiras, seria um guia confiável de descoberta de novos resultados e de aperfeiçoamento de teorias antigas. O aperfeiçoamento resultante no nosso conhecimento do mundo resultaria em uma metodologia ainda mais confiável, conduzindo a teorias ainda mais precisas, e assim por diante. (...) O que tenho defendido nos trabalhos citados acima é que esta concepção da atividade científica proporciona a única explicação cientificamente plausível para a confiabilidade instrumental do método científico. (BOYD, 1984, p. 59).

Como podemos ver, Boyd pretende explicar por que o método científico se mostra instrumentalmente confiável, defendendo que as teorias são aproximadamente verdadeiras. Entretanto, na opinião de Fine, o argumento de Boyd é cuidadosamente estruturado para que, partindo-se do sucesso instrumental da ciência no nível observável sejam levados a considerar a ciência como bem sucedida (na produção de verdades) também no nível inobservável. Fazendo assim, Boyd coloca a questão contra o Instrumentalismo e o construtivismo que não acreditam que a ciência tenha sucesso descritivo nesse nível. O argumento é guiado por uma concepção de ciência como processo de geração de “verdades” novas a partir de antigas, mas a questão a ser explicada inicialmente diz respeito apenas a verdades daquilo que se pode observar e não sobre verdades irrestritamente, aponta Fine.

A posição anti-realista poderia ir contra o Realismo Científico, denunciando uma exigência desnecessária por explicação: por que o sucesso precisa ser explicado? Mas, ainda que se permita tal exigência, haveria uma resposta empirista ou instrumentalista óbvia: a de que nossos métodos científicos são feitos por nós para obtermos informação instrumentalmente confiável em vez de verdadeira. Isso explica, tão bem quanto faz o Realismo Científico de Boyd, o fato de que, se começamos com enunciados razoavelmente confiáveis, os métodos que desenvolvemos para a ciência produzem mais enunciados igualmente confiáveis.

Dessa forma, a explicação para o sucesso científico no nível instrumental não precisa envolver a verdade literal de nossos princípios ou teorias científicas, mas somente sua confiabilidade instrumental. Note-se que com esse movimento o argumento do Realismo como a melhor explicação para o sucesso científico passa a defender não mais o Realismo, mas agora o Instrumentalismo, que pode ser visto como uma explicação tão boa quanto o Realismo.

Todavia, segundo a observação de Fine, existe um segundo problema, talvez ainda mais sério, com a tática explanacionista. A conclusão que sustenta o Realismo Científico depende de uma inferência para a melhor explicação. Esse princípio - tomar como verdadeiro aquilo que explica melhor - não é aceito pelos anti-realistas (especialmente os instrumentalistas e os empiristas).

Van Fraassen, por exemplo, considera ser a melhor explicação uma virtude, mas não uma virtude epistêmica (que diz respeito à verdade), mas uma virtude pragmática. Ele nos faz lembrar que a melhor explicação bem pode ser a melhor de um grupo ruim de explicações. Conforme sua *teoria pragmática da explicação* (idem, 1983, p. 97ss), as características particulares que uma explicação deve ter (como ser a

melhor em tal aspecto) são determinadas pelo contexto no qual a interrogação é colocada.

Segundo essa teoria, toda interrogação ou *why-question* envolve três fatores: (1) uma pressuposição (por que X), (2) uma classe contraste (por que X e não Y ou Z, etc.) e (3) um critério de relevância implicitamente entendido. A informação dada em resposta a uma *why-question* particular constitui uma explicação da pressuposição se a informação é relevante e apóia a pressuposição melhor que as alternativas na classe contraste. Então, uma teoria ou explicação sobre um evento pode parecer “a melhor” num dado contexto, entretanto, num outro contexto e dadas outras pressuposições e outra classe contraste, a mesma teoria pode não parecer mais tão boa para explicar aquele evento.

Porém, como observa Fine, pode haver uma outra estratégia - um princípio instrumentalista de inferência para a melhor explicação. Segundo esse princípio, não se inferiria a verdade da explicação, mas sua confiabilidade instrumental (ou adequação empírica) – precisamente a estratégia seguida, por meio da qual inferimos o Instrumentalismo do sucesso instrumental da ciência. Dessa maneira, enquanto usa um princípio especificamente realista de inferência da melhor explicação, o argumento explanacionista recoloca a questão da “verdade” *versus* “confiabilidade”, uma das questões centrais entre Realismo e anti-Realismo.

Conforme vimos, a inferência para a melhor explicação era o que sustentava a versão mais convincente do argumento do milagre. Mas a insuficiência desse tipo de inferência provocou uma revisão do empreendimento realista original, enquanto interpretação global para a ciência. Tal revisão foi suscitada por dois desenvolvimentos anti-realistas.

Um deles foi a *Meta-indução Pessimista* de Larry Laudan acerca da instabilidade da ciência atual. Uma conclusão baseada nos repetidos

destronamentos das teorias científicas ao longo da história com as conseqüentes alterações dramáticas na ontologia. Associadas a essa visão, estão as idéias de Thomas Kuhn, cuja ênfase sobre a descontinuidade, que é a marca das transições revolucionárias na história da ciência, não autorizaria a acreditar em um desenvolvimento ontológico propiciado pela sucessão das teorias. “Após uma revolução científica, os cientistas passam a trabalhar em um novo mundo”, afirma Kuhn.

Leplin expressa a inferência pessimista nos seguintes termos:

Ainda que a continuidade possa ser identificada no crescimento do conhecimento empírico, a ciência teórica tem sido radicalmente descontínua. Perspectivas científicas sobre a estrutura última e a organização regular do mundo têm sido freqüentemente superadas e substituídas por perspectivas incompatíveis. Grande parte dessa ciência, agora descartada, foi eminentemente bem sucedida, por um considerável período de tempo, nos mesmos padrões que hoje empregamos na ciência. A inferência parece inevitável - que a evidência disponível para sustentar a ciência atual não é confiável por natureza e sistematicamente subdetermina o que se deve acreditar sobre o mundo além de nossas experiências. As teorias científicas, apesar de bem sustentadas pela observação e experimentação, são inevitavelmente falíveis. Não há qualquer base para esperar que uma futura evolução dos padrões e dos métodos científicos alcançará uma fundação mais segura para o conhecimento científico. (LEPLIN, 1984 p. 02)

Outro importante desenvolvimento em favor do anti-Realismo foi a tese da sub-determinação, associada a Poincaré e a Duhem, sugerindo que poderia haver teorias empiricamente equivalentes entre as quais a

evidência não se poderia decidir, conhecida como a tese da sub-determinação das teorias pela experiência.<sup>16</sup>

Ao falar do caso da mecânica, McMullin observa que, no curso de seu desenvolvimento, com relativa freqüência, os cientistas se depararam com o problema da indeterminação dos modelos teóricos pelos dados empíricos. Tal problema designa o caso em que modelos teóricos diferentes (em estrutura ou em postulados ontológicos, por exemplo), apresentam-se como explicações ou teorizações para um *mesmo* conjunto de fenômenos. Tem-se aí a situação na qual o mesmo estado observável de coisas é utilizado para justificar duas teorias que, de certa forma, não são as mesmas. Como o “embasamento empírico” é um critério de racionalidade bastante prestigiado na ciência, para o caso de diferentes teorias apresentarem o mesmo embasamento empírico, o que surge é a impossibilidade de determinar qual deles é o verdadeiro, o real, ou o mais verdadeiro ou mais real com base apenas na *empíria*, uma vez que ela sustenta a ambos. Conseqüentemente, não há como saber quais entidades inobserváveis postuladas por teorias diferentes devem “realmente existir” e quais não, apenas com base no comportamento do mesmo fenômeno que ambas conseguem explicar.

Como exemplo dessas situações, McMullin cita o caso das duas interpretações diferentes, que podem ser aplicadas para as mesmas equações da teoria da gravitação Newtoniana: as interpretações de *ação à distância* e de *campo gravitacional*<sup>17</sup>, e também, cita o caso da Mecânica Quântica, de saber se as entidades elementares da óptica são ondas ou partículas, para o qual Bohr e Heisenberg propuseram uma interpretação instrumentalista ou anti-realista ao constatar que ambas as noções são convenientes e aplicáveis.

---

<sup>16</sup> Podemos encontrar uma exposição dessa tese, por exemplo, em MCMULLIN (1984) e em BOYD (1984) entre outros.

Enfim, o que esses dois desenvolvimentos anti-realistas pretendiam era minar as afirmações de realidade para as supostas entidades inobserváveis e de verdade para as teorias científicas.

### **O Realismo de entidades**

Na tentativa de resgatar o Realismo, diversos filósofos sugeriram que o Realismo poderia se restringir uma doutrina sobre a existência de entidades teóricas inobserváveis - *Realismo de entidades* – e não sobre a verdade das teorias que postulam essas entidades.

Em favor dessa forma de Realismo Ian Hacking (1983) propôs o chamado “argumento experimental”, de acordo com o qual, a mais forte evidência em favor do Realismo Científico (de entidades) pode ser encontrada na física experimental. Nesse campo, entidades que em princípio, não podem ser observadas, são manipuladas para produzir novos fenômenos e investigar outros aspectos da natureza.

Para ilustrar como isso se dá, Hacking analisa um experimento feito com um instrumento, mais precisamente, um “*canhão de polarização de elétrons*” (PEGGYII) para averiguar se há ou não “*violação da paridade nas interações entre correntes neutras fracas*”.<sup>18</sup> Nesse experimento, algumas propriedades do elétron, principalmente, sua polaridade, são utilizadas para se fazer medições sobre interações entre ínfimas correntes.

Hacking argumenta que a dúvida sobre a existência dos elétrons podia fazer sentido em tempos passados; diz ele que mesmo após Tompson ter medido a massa do que chamava *corpúsculos*, e Millikan, suas cargas, ela tinha razão de ser uma vez que não se tinha como saber se Millikan estava medindo a mesma entidade que Tompson. Afirma

---

<sup>17</sup> cf. MCMULLIN, 1984, pp. 9-11

<sup>18</sup> cf. HACKING, 1984, p. 162ss.

ainda que foi preciso mais elaboração teórica até que a idéia pudesse ser relacionada com outros fenômenos da física dos estados sólidos, ao átomo, à supercondutividade. E que, por um bom tempo, a melhor razão para achar que os elétrons existiam poderia ser a do sucesso explicativo da teoria. Mas atualmente, na opinião de Hacking, dispomos de melhores razões.

Estamos completamente convencidos da realidade dos elétrons quando regularmente nos colocamos a fabricar – e o sucesso na fabricação é freqüente – novos tipos de aparelhos que utilizam várias propriedades causais bem conhecidas dos elétrons para interferir em outras partes mais hipotéticas da natureza (ibidem, 1984, p. 161)

A idéia de Hacking é que, se podemos intervir em outras partes da natureza, provocando assim “novos fenômenos” ao fazermos uso das propriedades causais de entidades inobserváveis, como os elétrons, não poderíamos duvidar da existência dessas entidades.

Nancy Cartwright (1983) defende também um Realismo restrito a entidades. Ela sugere que a estratégia da inferência da melhor explicação deve ser limitada a uma inferência das “causas” do fenômeno, uma vez que as causas são inquestionavelmente reais.

Contudo, observa Fine, para um anti-realista essas estratégias estão longe de parecer convincentes, porque não está claro que alguém possa simplesmente destacar as entidades teóricas de suas teorias. Ademais, em ambos os casos, podemos notar que a base sobre a qual se tira uma conclusão realista pode apoiar não mais que uma conclusão sobre a utilidade ou confiabilidade dessas entidades inobserváveis. No caso de Hacking, pode-se concluir que os elétrons são apenas construtos teóricos



muito úteis (uma ficção útil) e nada mais; e no caso de Cartwright, que certas hipóteses causais são confiáveis em certos domínios.

Na opinião de Fine, são essas dificuldades que têm levado o Realismo Científico a se fragmentar mais e mais e a adotar estratégias alternativas. Ele observa que algumas vezes, essa posição dá uma virada histórica, contra-atacando a meta-indução pessimista ao endossar a realidade apenas daquelas entidades que promovem o trabalho científico e que sobrevivem às revoluções científicas. Outras vezes, o Realismo se torna altamente seletivo de outras maneiras, por exemplo, somente considerando o que parece essencial em casos específicos de sucesso preditivo e explicativo, ou considerando entidades que se destacam enquanto apoiadas apenas pela melhor evidência científica. Na avaliação de Fine,

Apesar de que cada um desses princípios se estabeleça como tema de importância científica, não está claro que tais critérios superem as estratégias gerais que invalidavam os argumentos do Realismo global. Em particular, eles parecem não discriminar efetivamente entre o que é real e o que é meramente útil, isto é, entre Realismo e Instrumentalismo (FINE, 1998).

Como continua a observar, diversas alternativas para o Realismo têm sido propostas ao longo desse debate. São apontados o *Realismo Interno* de Putnam (1981), o *Empirismo Construtivo* de Van Fraassen (1980) e a posição que o próprio Fine desenvolveu chamada de *atitude ontológica natural* ou NOA (cf. FINE, 1986).

Comparando Putnam a um camaleão, Fine relata que esse autor passou de aberto defensor a crítico severo do Realismo Científico;

rejeitando o que chamou de *Realismo metafísico*<sup>19</sup>– associado com a visão do ponto de vista de Deus – Putnam propôs uma posição perspectivista, em que a verdade é relativa à linguagem (ou esquema conceitual). Podia, com isso, permitir às afirmações científicas serem verdadeiras em seus próprios domínios, mas negava que pudessem contar toda a história, se houvesse uma história a ser contada inteiramente. Conforme essa concepção, poderia haver verdades - diferentes relatos do mundo – e que seria razoável acreditar em cada um deles.

Van Fraassen, propondo o *Empirismo Construtivo*, faz duas distinções na caracterização do Realismo Científico: 1) o Realismo é a doutrina que entende que a meta da ciência é a verdade; 2) e que aceitar uma teoria científica é aceitá-la como verdadeira; O Empirismo Construtivo, por outro lado, considera a adequação empírica (e não a verdade) como a meta da ciência e a crença nessa propriedade como um critério fundamental para a aceitação de uma teoria.

Diferente dessas duas posições, a *Atitude Ontológica Natural* (NOA) proposta por Fine não pretende ser um esquema interpretativo geral, mas simplesmente uma atitude que se pode tomar para com a ciência.

A atitude é minimal, deflacionária e expressamente positiva, considerando cuidadosamente as afirmações científicas particulares e os procedimentos e, exortando-nos a não anexar qualquer agenda interpretativa geral para a ciência. Assim, NOA rejeita a colocação de metas para a ciência como um todo, como fazem os realistas e os empiristas construtivos. NOA aceita a “verdade” como um primitivo semântico, mas rejeita qualquer teoria geral ou interpretação da verdade científica, incluindo o perspectivismo do Realismo interno e a

---

<sup>19</sup> Cf. Putnan (1982) “Three kinds of scientific realism”, *The Philosophical Quarterly*, 32, pp. 195-200.

correspondência com um mundo externo do próprio Realismo.  
(Fine, 1986a, p. 176).

Para Fine, o que diferencia anti-realistas e realistas é o que eles acrescentam a uma atitude natural<sup>20</sup> - aceitar os resultados da investigação como verdadeiros mais ou menos como aceitamos aquelas crenças oriundas da percepção ordinária. Fine acha que essas posições sobrecarregam de metafísica essa primeira atitude e, por isso, propõe que se fique com essa posição central, que ele chama de NOA. Conforme o próprio Fine esclarece, ainda, NOA é talvez mais bem classificado como um não-Realismo que um anti-Realismo.

Apesar disso, o anti-Realismo que tem sido mais discutido é o Empirismo Construtivo de van Fraassen, posição que passamos a considerar no próximo capítulo.

---

<sup>20</sup> Cf. FINE, 1984, p. 96.

## *Capítulo II*

# O EMPIRISMO CONSTRUTIVO

Num período em que o Realismo Científico reinava quase que absoluto desde que seu último rival, o Empirismo Lógico, entrara em colapso, van Fraassen lançou seu livro, *The Scientific Image* (1980), em que põe em campo uma alternativa à posição realista.

Sua proposta incorporava os desenvolvimentos teóricos até então ocorridos, utilizando-se de abordagens e conceitos novos, porém, sem perder de vista os princípios que, tradicionalmente, caracterizam o Empirismo como tese epistemológica.

Antes de apresentar sua proposta, van Fraassen preocupa-se com o fornecimento de uma caracterização do Realismo Científico, por dois motivos: primeiramente, porque era preciso identificar que tipo de visão, que tipo de teses estava pretendendo combater; depois, porque o Realismo não se apresentava como um sistema facilmente identificável, sendo que vinha sendo defendido de modo diverso por um ou outro autor.

Assim, após examinar algumas teses de autores como Sellars, Ellis, Putnam e Boyd, van Fraassen vai definir o Realismo Científico como a posição resumida na seguinte tese:

A ciência busca fornecer em suas teorias uma descrição literalmente verdadeira de como é o mundo; e a aceitação de uma teoria científica envolve como crença a de que ela seja verdadeira. (VAN FRAASSEN, 1980, p.8)

Tendo sido cuidadosamente escolhido por van Fraassen para caracterizar o Realismo, cada um dos termos que compõem essa afirmação aponta para diferentes e particulares aspectos da ciência. Isso deve ser levado em conta para um entendimento do total teor dessa definição de Realismo Científico. Sendo assim, passemos para a análise dessa afirmação.

Primeiramente, dizendo que a ciência busca fornecer uma descrição verdadeira do mundo, van Fraassen deseja referir-se não a um Realismo ingênuo, intuitivo, mas a um tipo mais sofisticado. Trata-se de um tipo de Realismo que, diferentemente do Realismo ingênuo, não acredita que a ciência realmente consiga fornecer uma tal descrição verdadeira do mundo, nem que irá alcançá-la algum dia. É por isso que ele diz: “O enunciado ingênuo dizia que a ciência dá uma descrição verdadeira. O enunciado correto diz apenas que esse é o objetivo” (ibidem, p. 8).

Além disso, Van Fraassen faz notar que esse objetivo da ciência – buscar fornecer uma tal descrição – não deve ser confundido com os motivos pelos quais os cientistas individualmente fazem ciência. Na sua concepção, alguém pode perseguir esse objetivo – fornecer teorias verdadeiras – pelos motivos (individuais) mais diversos como, por exemplo, “para descobrir o plano de Deus na criação, ou para descobrir as verdadeiras leis da natureza, ou como muitos hoje fazem, para descobrir a estrutura de certas entidades inobserváveis que acreditam existir”.<sup>21</sup>

Por sua vez, quando fala em uma descrição *literalmente* verdadeira a ser perseguida pela ciência, van Fraassen tenciona definir a posição realista de modo a não incluir as posições que defendem que a ciência é verdadeira desde que *propriamente* interpretada, tais como o convencionalismo, o Empirismo Lógico e o Instrumentalismo. (Este

---

21 VAN FRAASSEN, 1994, p. 182.

ponto, a literalidade da linguagem científica, será discutido mais adiante).

Essas foram elucidações da primeira parte da afirmação, parte que se poderia chamar de *axiológica*<sup>22</sup> ou utópica. A outra parte, é epistemológica. Porém, van Fraassen ressalta que é epistemológica pelo fato de tratar da questão da aceitação de uma teoria, e não por tratar da questão da justificação da formação da crença a respeito da verdade da teoria. Nesse sentido, ele vai dizer:

Temos que considerar a posição epistemológica, atualmente assunto de considerável debate, segundo a qual uma pessoa racional nunca atribui pessoalmente probabilidade 1 a qualquer proposição exceto para uma tautologia. Acho que seria raro um realista científico ter essa posição em epistemologia, mas é certamente possível. (VAN FRAASSEN, p. 9)

Note-se que o Realismo a que van Fraassen quer se referir com a definição não é do tipo que defende que as teorias são aceitas sob grau máximo de probabilidade. Ele se refere a um Realismo que permite a possibilidade de alguém aceitar uma teoria sem estar totalmente seguro de que ela seja verdadeira. A crença na verdade de uma teoria pode ser gradual e experimental, ou seja, alguém pode aceitar uma teoria com uma crença de que ela é verdadeira e, depois, rever essa crença. Contudo, o que o Realismo defende é que, mesmo tentativa, o tipo de crença envolvido nessa aceitação (experimental) é sempre sobre a verdade da teoria. Dessa forma, a formulação do Realismo proposta por van Fraassen pode ser usada independentemente da persuasão epistemológica – grau de crença – que alguém possa ter, uma vez que, o que está sendo

---

<sup>22</sup> Essa caracterização é proposta por Otávio Bueno (Cf. BUENO, 1999, p. 39).

afirmado é apenas o tipo, e não o quanto de crença está envolvido na aceitação.

A partir da definição de Realismo Científico que propõe, van Fraassen vai poder caracterizar também as posições anti-realistas. Diz ele que, “uma posição anti-realista é aquela segundo a qual o objetivo da ciência bem pode ser alcançado sem ter que fornecer uma descrição literalmente verdadeira, e a aceitação de uma teoria pode envolver algo menos (ou diferente) que a crença de que ela é verdadeira” (ibidem, 1980, p. 9).

Por outro lado, ele não quer que a proposta alternativa para o Realismo Científico que vai oferecer seja confundida com as posições anti-realistas, que já haviam sido colocadas, como o Positivismo e o Empirismo Lógico, o Instrumentalismo e o Convencionalismo. Por isso, van Fraassen vai destacar que há duas maneiras de discordar da posição realista:

A idéia de uma descrição literalmente verdadeira tem dois aspectos: que a linguagem deve ser interpretada literalmente; e assim interpretada, a descrição é verdadeira. Isso divide os anti-realistas em dois grupos: o primeiro grupo afirma que a ciência é ou busca ser verdadeira se interpretada devidamente (de maneira não-literal). O segundo grupo afirma que a linguagem da ciência deve ser interpretada literalmente, mas que suas teorias não precisam ser verdadeiras para serem boas. O anti-Realismo que eu defenderia pertence ao segundo grupo. (ibidem, p. 10).

Na tentativa de elucidar o que quer dizer uma interpretação literal, van Fraassen lembra o caso da teologia. Nessa disciplina são os fundamentalistas que interpretam a Bíblia literalmente, isto é, acreditando que todos os fatos narrados por ela aconteceram exatamente

como ela os descreve. São chamados de “liberais” aqueles que interpretam as narrações bíblicas de uma maneira metafórica, simbólica, “desmitificante”.

Em se tratando das teorias científicas, como ele vai apontar, a interpretação não-litera, alegórica, estaria associada com o Empirismo e com o Instrumentalismo, enquanto que a interpretação literal da linguagem científica é praticada dentro do Realismo Científico e também dentro da posição anti-realista que van Fraassen vai desenvolver. De modo oposto ao que ocorre no contexto exegético, a interpretação literal parece ser mais conveniente à interpretação não-litera, conforme apontaremos a seguir.

Conforme conta van Fraassen em seu livro, o positivismo<sup>23</sup> defendia que se podia distinguir na linguagem, um vocabulário observacional básico, plenamente capaz de se referir a eventos no mundo, e um vocabulário teórico, derivado do observacional, mas sem essa capacidade referencial.<sup>24</sup>

Uma consequência dessa visão para a análise das teorias foi a negação de que elas pudessem ser literalmente verdadeiras, estabelecendo-se desse modo, o positivismo, numa posição anti-realista.

Se houvesse duas teorias que empregassem termos teóricos diferentes (órbita circular e epíclis - órbita elíptica), mas que pudessem abrigar os mesmos termos observacionais (tal dia Marte foi vista em tal lugar no céu, por exemplo), conforme a interpretação positivista, essas duas teorias eram equivalentes quanto ao que diziam sobre o mundo, eram ambas verdadeiras (quanto ao vocabulário observacional).

---

<sup>23</sup> Durante o texto usaremos indistintamente “positivismo lógico” e “empirismo lógico” para designar a mesma posição, como faz o próprio van Fraassen. Apesar de que, Wesley Salmon defende uma diferença do *positivismo* lógico do Círculo de Viena e o *empirismo* lógico, que se originou em Berlin e que substituiu completamente o positivismo na segunda metade do século vinte. Cf. SALMON. *The Spirit of Logical Empiricism*. Philosophy of Science, 66. pp. 333-350.

<sup>24</sup> Sobre a posição do empirista lógico mais importante, Carnap, sobre o Realismo Científico consultar o mesmo artigo de Salmon, mencionado na nota anterior.



(...) os termos teóricos somente tinham significado por suas conexões com o que é observável. Daí, que os positivistas podiam assegurar que duas teorias podem, de fato, dizer a mesma coisa, apesar de que se contradizerem formalmente uma a outra. Mas duas teorias que contradizem uma à outra só podem estar “realmente” dizendo a mesma coisa se não forem interpretadas literalmente. (ibidem, p. 11).

Apesar de que van Fraassen não o faça no livro, poderíamos, então, formular uma afirmação relacionada com esse primeiro tipo de anti-Realismo (da interpretação não-literal) que seria a seguinte: o objetivo da ciência seria fornecer uma descrição verdadeira (em vocabulário observacional) do mundo. E a crença envolvida na aceitação é a crença na verdade da teoria, desde que propriamente interpretada.

Vários problemas vão ser apontados nessa posição, principalmente por parte de autores que defendem o Realismo Científico. Relativamente à suposição de que a linguagem da ciência se divide em linguagem observacional e em linguagem teórica, alguns desenvolvimentos filosóficos vão procurar mostrar que a linguagem está, toda ela, impregnada de teoria de forma que não há como traçar, sem arbitrariedade, uma linha demarcatória entre expressões significativas e não-significativas (Hempel), entre o que é observável e o que não é (Maxwell).

Quanto à questão da aceitação de teorias, particularmente com relação ao problema da *subdeterminação* das teorias pelos fatos empíricos, a proposta do Empirismo Lógico parece não escapar do ataque cético. O critério de significado adotado parece insuficiente para se poder explicar o que faz com que uma teoria seja escolhida caso haja outra teoria com as mesmas conseqüências empíricas que ela.

Van Fraassen vai concordar com muitas dessas críticas realistas colocadas contra o Empirismo Lógico. Do lado dos realistas, ele entende que a linguagem da ciência deve ser interpretada literalmente. Dessa maneira, quando uma teoria diz que existem elétrons, isso não deve ser tomado como mero meio econômico de relatar observações de experimentos com câmaras de vapor e outros aparatos, nem deve ser entendido como uma estrutura não-declarativa de codificação, como querem os positivistas lógicos<sup>25</sup>.

Mas, apesar de concordar com os realistas sobre como a linguagem da ciência deve ser interpretada, van Fraassen vai ser enfático em dizer que a interpretação literal da linguagem não é exclusividade da posição realista, uma vez que não diz respeito nem ao objetivo da ciência, nem a atitudes epistêmicas em relação às teorias - os pontos da discussão - somente ao entendimento correto “do que uma teoria diz”.

Tendo dito que não é pela interpretação da linguagem da ciência que sua proposta vai se diferenciar do Realismo Científico, van Fraassen dá pistas sobre o ponto de divergência com aquela posição, ao dizer que “não é necessário acreditar que boas teorias devam ser verdadeiras, nem *ipso facto* que as entidades que elas postulam são reais” (1980, p. 12); e, finalmente, caracteriza sua posição com a afirmação contrastante com a do Realismo Científico mencionada anteriormente.

A ciência busca fornecer-nos teorias empiricamente adequadas, e a aceitação de uma teoria envolve, como crença, apenas que ela seja empiricamente adequada. (ibidem, p. 12)

Teorias empiricamente adequadas em lugar de teorias verdadeiras, crença na adequação empírica da teoria em lugar de crença na verdade da teoria, são esses os pontos de divergência entre a posição proposta por van Fraassen e o Realismo Científico. Conforme vamos constatar em

---

<sup>25</sup> cf. VAN FRAASSEN, 1980, p. 11.

breve, dentro da proposta de van Fraassen, a noção de “adequação empírica” vai ser de fundamental importância para o entendimento da ciência, principalmente do objetivo desta atividade e dos motivos que levam à aceitação das teorias. Aliás, não vai ser por acaso que van Fraassen vai utilizar a noção de adequação empírica para propor sua interpretação da ciência, já que sua posição pretende ser uma visão genuinamente *empirista* da ciência, daí, o nome Empirismo Construtivo (cf. VAN FRAASSEN, p. 12).

### **Empirismo Re-estilizado**

Antes de qualquer coisa, van Fraassen considera o Empirismo como uma instância privilegiada para se fazer filosofia. Acredita que, de modo particular, na análise da ciência, esta posição se revela como um guia bastante elucidativo. Na sua avaliação, o Empirismo está correto sobre duas questões fundamentais no entendimento da ciência:

Primeiramente, sobre a questão referente às teorias científicas, pelo motivo de exigir das teorias que elas forneçam uma descrição verdadeira apenas do que é *observável*, contando as estruturas que vão além disso como um mero meio para chegar a tal fim.

E sobre a questão do entendimento da noção de possibilidade, por conceber as noções de “possibilidade” (probabilidade) e “necessidade” como uma relação entre idéias ou palavras apenas, e não entre as coisas concretamente.<sup>26</sup>

Mas, apesar de considerar o Empirismo uma instância privilegiada e correta, van Fraassen observa que, na análise da ciência, ele não pode mais ser praticado sob a forma que o Empirismo Lógico lhe conferiu, associado a uma teoria de significado que já estaria superada.

---

<sup>26</sup> Isso, referindo-se à crença de que existem “Leis da Natureza” ou necessidades objetivas na natureza. Contra essas idéias vai escrever *Laws and Symmetry* (VAN FRAASSEN, 1989).

Dessa maneira, o que van Fraassen vai propor é uma forma nova de praticar o Empirismo na filosofia da ciência, baseado numa estratégia que considera mais poderosa e promissora: a *Abordagem Semântica* de que vamos tratar adiante.

Finalmente, vai chamar seu Empirismo de *construtivo* para dizer que se trata de um Empirismo anti-realista, por isso, contrário a essa visão de que a ciência descobre o mundo que está por trás da “imagem manifesta”.<sup>27</sup> Sobre isso, esclarece: “emprego o adjetivo ‘construtivo’ na designação de minha proposta para indicar a minha visão de que a atividade científica é um processo de construção e não tanto de descoberta: construção de modelos que devem ser adequados aos fenômenos, e não descoberta de verdades a respeito de coisas inobserváveis” (VAN FRAASSEN, 1980, p. 5).

Posteriormente ao *The Scientific Image*, van Fraassen vai aprofundar o entendimento de suas bases empiristas na tentativa de dar uma resposta satisfatória ao que declara<sup>28</sup> serem suas preocupações filosóficas mais inquietantes: saber “O que é Empirismo? E como se pode ser um empirista nos dias de hoje?”.

Tais preocupações vão dar origem a diversos trabalhos com o Empirismo como tema central, tais como, “Empiricism in the Philosophy of Science” (VAN FRAASSEN, 1985), “Against Transcendental Empiricism” (idem, 1994), “The World of Empiricism” (idem, 1994), “Against Naturalized Empiricism” (idem, 1995), entre outros.

No artigo “Against Transcendental Empiricism” (1994) van Fraassen vai procurar mostrar, por que o Empirismo não pode ser caracterizado

---

<sup>27</sup> Sellars distinguiu entre o mundo como aparece manifestamente e o mundo concebido como imagem científica. A imagem manifesta é o mundo da experiência ordinária dos fenômenos, é o mundo das mesas, cadeiras, pássaros etc.. A imagem científica é o mundo dos itens científicos como moléculas, prótons e nêutrons. As duas imagens se sobrepõem de forma que aquilo a que costumamos chamar de minha mesa, por exemplo, pode ser chamado pelos físicos de partículas como uma coleção de moléculas. A essa distinção de Sellars se deve o título do livro de van Fraassen *The Scientific Image* (1980) em que vai procurar negar essa distinção.

como uma posição em torno de determinado dogma sem que este mesmo dogma seja vitimado pela crítica à metafísica, que necessariamente deve estar contida nesse dogma de forma a caracterizar o Empirismo satisfatoriamente<sup>29</sup>.

Examinando vários momentos da história da filosofia: como a crítica de Aristóteles a Platão; depois, no século XVI, a crítica dos nominalistas de Oxford e de Paris contra os Aristotélicos; e a crítica de Kant aos racionalistas e aos empiristas ingleses, van Fraassen afirma que “o que se destaca na atribuição de aspectos empiristas em vários filósofos é que tais aspectos se baseiam não em um dogma, mas em um tipo de crítica” (ibidem, p. 311). O que é similar é a forma da crítica que, segundo ele, se caracteriza como “chamamento do retorno das redes embaraçosas da razão teórica para a experiência”.

Van Fraassen procura identificar, assim, a natureza dos “alvos” e a “forma” que a crítica empirista vai ter.

Os alvos seriam as formas de metafísica que (1) dão absoluta primazia à exigência por explicação (exigência quase ilimitada) e que, (2) se satisfazem com a explicação por postulação, isto é, explicações que postulam a realidade de certas entidades ou aspectos do mundo que já não são evidentes na experiência.

A forma da crítica empirista vai ser, justamente (1) a limitação da exigência por explicações em algum ponto crucial, e (2) notável insatisfação com a explicação que se procede por postulação.

É com a concepção de que a explicação é uma atividade irrestrita e que admite a postulação de entidades trans-empíricas que as propostas filosóficas metafísicas vão explicar a ética, a ciência, a religião e a matemática; postulando a existência de certas entidades ou realidades

---

<sup>28</sup> Isso declara em sua *homepage*: <http://webware.princeton.edu/vanfraas/cv/index.htm>

<sup>29</sup> Ou seja, uma caracterização assim caracterizaria um Empirismo contraditório, um Empirismo “Transcendental”.

sobre as quais a ética, a ciência, a religião e a matemática dariam um relato verdadeiro.

(...) é o que os filósofos têm sido tentados a fazer, explicar a ética pela contenção de que princípios éticos são precisamente verdades sobre os Valores, que as teorias científicas são descrições verdadeiras de Leis da Natureza, e que as doutrinas religiosas são descrições de uma realidade divina, extramundana. (ibidem, p. 312).

Por força daqueles dois princípios explicativos apontados acima, tais concepções, além de tudo, vão defender que, a menos que se admita a verdade dos discursos acerca de entidades ou de realidades trans-empíricas, não é possível um entendimento desses assuntos. Precisamente, tudo isso é o que a crítica empirista vai atacar.

A partir disso, van Fraassen faz observar que se quisermos caracterizar o Empirismo como uma posição que defende um dogma, tal dogma teria que servir de base para esse tipo de crítica, ou seja, primeiramente, a negação de que existem ou de que se possa conhecer as entidades postuladas e, depois, a negação de que não seja possível entender um assunto sem elas.

Um candidato amplamente divulgado na literatura para desempenhar o papel de dogma do Empirismo é a máxima que o próprio van Fraassen admite utilizar: (\*) *A experiência é a única fonte de informação*. A informação é entendida no sentido de “informação confiável”, já que os adivinhos, os sonhos, ou qualquer enunciado que não seja uma tautologia também fornecem informação.

Van Fraassen observa que, na forma que está, essa máxima não pode ser atacada nem defendida; no melhor dos casos, funcionaria apenas como esboço para algo mais preciso. Ele vai procurar demonstrar entretanto, que não existe uma maneira de transformá-la em algo que

possa desempenhar o papel de dogma do Empirismo e, ao mesmo tempo, ser imune à própria crítica empirista.

No primeiro argumento pelo qual vai defender essa impossibilidade, van Fraassen toma como base o ponto de vista comum ao Empirismo Lógico da primeira metade do século XX. Para essa posição, a ciência empírica representa um “ideal de racionalidade epistêmica”.

Tal idéia originou a imagem ideal de um verdadeiro “crente racional”, cuja vida epistêmica deveria se assemelhar à própria ciência em circunstâncias ideais. Van Fraassen propõe, então, um nome para esse crente ideal e uma descrição das pessoas que instanciarão esse ideal de racionalidade segundo o Empirismo Lógico:

SENSATOS são aqueles cujas crenças incluem (ainda que implicitamente): (a) apenas teorias e hipóteses científicas aceitas; (b) aquilo que eles mesmos já observaram; (c) conjecturas que a comunidade científica considera como capazes de serem postas à prova; E por último, qualquer coisa implicada logicamente por (a)-(c). (ibidem, p. 313)

Então argumenta que, se um empirista apresenta (\*) como seu dogma, conseqüentemente, vai querer que esse dogma seja algo que possa ser aceito por todos os SENSATOS. De fato, conforme mostra van Fraassen, a crença em (\*) não desqualifica alguém de ser SENSATO, já que ela não é uma tautologia, porque senão, todos seriam empiristas. Entretanto, um outro fator entra em jogo:

Uma das grandes virtudes que os empiristas afirmam para a racionalidade científica é o fato de que a *discordância* não faz de alguém anticientífico. Se qualquer enunciado que não é uma tautologia é cientificamente respeitável, seu oposto também pode ser, observa. Conforme a cláusula (c), apontada acima, é nisso que consiste ser capaz

de ser posto à prova. Se o contrário não é possível, então não existe possibilidade de teste.

Sendo assim, está perfeitamente de acordo com a racionalidade científica que duas pessoas SENSATAS mantenham crenças cientificamente contrárias. No caso do dogma empirista, que um sensato acredite em (\*), ao mesmo tempo em que outro SENSATO acredite em ~(\*) também está de acordo com o mencionado modelo de racionalidade.

A conclusão é que o dogma empirista apontado (\*) não pode servir de base para a crítica empirista da metafísica – e nenhum outro o poderá – já que sua negação é permitida dentro do que essa vertente empirista considera como ideal de racionalidade.

O segundo argumento para a impossibilidade de que algum dogma possa desempenhar o papel de base para a crítica empirista procura mostrar que, se fosse apontado um dogma, este deveria ser também uma informação obtida da experiência. Deveria ser algo capaz de ser objeto de investigação científica. Porém, van Fraassen vai procurar mostrar<sup>30</sup> que não pode haver um tal enunciado que seja específico a ponto de poder ser objeto de algum experimento e, ao mesmo tempo, ser geral a ponto de poder servir como base para a crítica empirista da metafísica.

Assim apontados, os dilemas que sempre são gerados quando se concebe o Empirismo como uma posição filosófica em torno de uma crença específica, van Fraassen propõe que o Empirismo seja concebido como uma posição consistindo não numa crença, mas em numa *atitude*.

A rejeição da demanda irrestrita por explicação, a insatisfação com a explicação por postulação, o convite ao retorno para a experiência e resistência contra especulações, a admiração pela ciência e a apreciação da idéia de racionalidade que não exclui desacordo, estas são algumas

---

<sup>30</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1994, pp. 314-317.



das atitudes apontadas por Fraassen, que têm caracterizado o Empirismo no curso da história.

Notemos uma distinção que está implícita nessa análise que van Fraassen faz do Empirismo: a distinção entre atitude/crença, segundo a qual, a atitude é uma instância mais geral que não depende de contextos específicos para ser caracterizada, diferente da crença que, justamente, é algo sempre formulado em um contexto.

Pois bem, a posição que van Fraassen vem defender no contexto da análise da ciência, esta, sim, gira em torno de uma crença que, por sua vez, é formulada a partir da atitude empirista que acabamos de considerar. E qual é essa crença? É a crença de que a ciência é um processo em vista da chamada *adequação empírica* (admitindo que essa crença não precisa estar envolvida em toda forma de Empirismo)<sup>31</sup>.

À primeira vista, pode parecer que a crença de que a ciência visa a adequação empírica, adequação à experiência, não representa novidade em relação às posições empiristas precedentes que analisavam a ciência. Como se sabe, o Empirismo Lógico defendia também a interpretação de que a ciência se conforma à *experiência*, (e por isso é chamado de *Empirismo Lógico*).

Entretanto, a proposta de van Fraassen é revolucionária não por defender a conformidade da ciência com a experiência, mas quanto ao modo como esta última será definida. Ele propõe uma nova identificação do que deve ser considerado como experiência, o que é relevante para a análise da ciência designar como tal.

Como se sabe, para o Empirismo Lógico, a experiência (impressão dos sentidos) estava descrita num vocabulário primitivo qualificado de

---

<sup>31</sup> Coerentemente, van Fraassen vai observar que, já que o Empirismo não consiste em crenças, a sua crença – de que a ciência é uma busca por adequação empírica – pode não ser unanimidade dentro dessa instância podendo, dessa maneira, haver outras crenças empiristas a respeito de ciência. Cf. VAN FRAASSEN, 1993, “Carnap on Language and Ontology”, manuscrito inédito, Princeton University.

“observacional”, que servia de base, conferindo ou não significado a todas as demais sentenças humanas, inclusive as da ciência.

Diferentemente disso, o Empirismo Construtivo vem propor considerar como experiência – a que a ciência se refere – simplesmente as observações que são feitas nas medições experimentais da própria ciência. Não é preciso, assim, “sair” do âmbito da ciência para encontrar a base (empírica) para suas afirmações. Nesse ponto, existe uma diferença considerável com relação ao Empirismo Lógico, para o qual as afirmações da ciência estavam sempre sujeitas ao vocabulário observacional, que era estabelecido numa instância, em certo sentido, “exterior” à ciência: a linguagem ordinária.

Para o Empirismo Construtivo, todavia, a experiência relevante para a ciência é simplesmente aquela que está descrita nos relatórios das medições realizadas pelos próprios cientistas e que, por sua vez, encontra-se modelada na forma de estruturas não-lingüísticas, mas matemáticas, os *modelos de dados*. Esse modo de conceber a experiência – a partir de modelos – reflete a utilização, por parte de van Fraassen, de uma abordagem diferente em relação à abordagem tradicional herdada do Empirismo Lógico.

A abordagem tradicional - chamada de *Abordagem Sintática* - consistia na identificação das teorias como sistemas de axiomas. Mais especificamente, o seu procedimento era o de “reconstruir racionalmente” a teoria científica no interior de um cálculo lógico – normalmente o cálculo de predicados de primeira ordem – de tal forma que a seus termos teóricos fosse associada uma interpretação parcial, de caráter observacional, por meio de regras de correspondência.

Desse modo, pressupõe-se no interior do vocabulário não lógico da linguagem a ser empregada para a reconstrução da teoria, uma distinção entre dois tipos de termos: termos teóricos, por um lado, e termos observacionais, por outro. Além disso, assume-se ainda a tese de que o

conceito de interpretação parcial pode receber tratamento suficientemente preciso.

No entanto, ambas as pressuposições da Abordagem Sintática foram duramente criticadas por diversos filósofos da ciência, entre eles Putnam (1962) e Suppe (1977).

### **Abordagem Semântica**

Como alternativa a Abordagem Sintática, surge na segunda metade do século XX a chamada “Abordagem Semântica”. Tal nome se deve ao fato de adotar uma estratégia interpretativa na abordagem das teorias preocupada principalmente com questões como o significado, a referência dos termos da teoria, a verdade e questões afins, que caracterizam, justamente, o ramo da Lógica chamado de *Semântica*.

Falando a respeito da implementação dessa nova abordagem, van Fraassen<sup>32</sup> relata que antecedentes da Abordagem Semântica podem ser encontrados nos escritos de Herman Weyl (1931) e Evert Bert (1949 e 60) no campo da física, e aos trabalhos de Patrick Suppes nos anos 50s e 60s, no campo da filosofia. Ele destaca ainda que uma grande variedade de trabalhos de filósofos e de cientistas na Polônia, Itália, Alemanha e em muitos outros países contribuíram para a fundação dessa proposta. E comenta que, depois desse período inicial, seguiram-se dois desenvolvimentos distintos: aquele promovido por Fred Suppe, Ronald Giere, e por ele mesmo; e aquele promovido por Sneed, Stegmüller, Moulines, entre outros. E, finalmente, durante os anos 90s, um novo grupo tem levado esses desenvolvimentos adiante, aí se referindo a da Costa, French e seus colaboradores.

No campo da filosofia, depois de apontar que a Abordagem Sintática era excessivamente simplificada quanto a sua visão das teorias

---

<sup>32</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1997, cap. 3.

(cf. SUPPES, 1967, 113) e artificial, isto é, concebia as teorias de um modo bastante estranho à prática científica, Suppes deu a recomendação de se olhar para as teorias ao modo como elas são vistas dentro mesmo da ciência, ou seja, como “*famílias de modelos*”.

Suppes defendia que o entendimento das propriedades matemáticas dos modelos presentes na ciência seria algo mais elucidativo no estudo das teorias científicas que qualquer procedimento de axiomatização em linguagem artificial. A frase “a ferramenta correta para a filosofia da ciência é a matemática e não a meta-matemática” é apontada por van Fraassen como a máxima da idéia de Suppes.

A Abordagem Semântica consiste em considerar as teorias como famílias de modelos, e não mais como conjuntos de axiomas escritos em uma linguagem formalizada. Esta concepção das teorias estaria, desta forma, mais próxima do modo como as teorias são vistas dentro da ciência, como conjuntos de modelos. Algo bastante diferente da reconstrução lógica numa linguagem especialmente designada para esse fim, que é requerida pela Abordagem Sintática. Nesse sentido, observa van Fraassen:

Olhando a literatura científica sobre uma teoria, é muito mais fácil identificar e isolar classes de estruturas para serem incluídas em uma classe de modelos teóricos do que leis a serem usadas como axiomas para a teoria em um sentido global. (VAN FRAASSEN, 1987, p. 110).

Para a Abordagem Semântica, as teorias são, portanto, entidades extralingüísticas. “Os modelos é que ocupam o lugar central”, observa van Fraassen (VAN FRAASSEN, 1980, pp. 44)

Dessa forma, as teorias são compreendidas a partir da noção de modelo, que segundo van Fraassen, Suppes, e demais defensores dessa abordagem teria o mesmo sentido que a noção especificada em Lógica,

especificamente, no cálculo dos predicados de primeira ordem, e em meta-matemática, especificamente na teoria dos conjuntos. Vejamos.

Em Lógica, o termo “modelo” é usado para designar basicamente uma estrutura que é colocada para interpretar um determinado conjunto de axiomas ou sentenças. Isso porque, os axiomas, isoladamente, são entidades lingüísticas abstratas que, para ter conteúdo, devem ser relacionados com coisas, propriedades ou estados no mundo por meio de uma interpretação. Tecnicamente falando, se diz que um modelo de um conjunto de axiomas é um objeto ou um conjunto de objetos que “satisfaz” os axiomas.

Por exemplo, essa é uma sentença da linguagem do cálculo de predicados:  $\exists x (Ax \ \& \ Bx)$ . Trata-se de uma expressão puramente formal, e quem conhece essa linguagem sabe que ela diz apenas que existe um objeto ( $x$ ) que tem a propriedade  $A$  e também a propriedade  $B$ .

Uma interpretação para essa sentença pode ser dada por meio do que se chama de modelo. Para cumprir essa função interpretativa um modelo deve ser uma estrutura composta da seguinte maneira:

Primeiramente, deve apresentar um *domínio* ( $D$ ) não vazio que especifique objetos (nomes) e, segundo, deve conter uma *função interpretação* ( $I$ ) que associe:

- i. uma *constante individual* (uma letra minúscula) a cada indivíduo de  $D$
- ii. a cada propriedade (representada por letras maiúsculas) um conjunto de indivíduos em  $D$
- iii. a cada letra sentencial<sup>33</sup> um *valor de verdade* (verdadeiro ou falso)

Um modelo assim pode ter a seguinte estrutura:

---

<sup>33</sup> Basicamente, uma letra que representa uma sentença nessa linguagem.

$(D) = \{\text{maçã, pêra, goiaba, tomate}\}$   
 $I(a) = \text{maçã}$   
 $I(b) = \text{pêra}$   
 $I(c) = \text{goiaba}$   
 $I(d) = \text{tomate}$   
 $I(A) = \{\text{maçã, goiaba}\}$   
 $I(B) = \{\text{tomate, maçã}\}$

Confrontando essa interpretação então com a sentença  $\exists x (Ax \ \& \ Bx)$ , vamos ver que o único objeto do domínio capaz de satisfazer as condições formais da sentença é o objeto designado pela letra  $a$ , pois aparece tanto na função  $I(A)$  quanto na  $I(B)$ . Seja lá qual for o significado das propriedades  $A$  e  $B$ , o que o modelo acima permite saber é que o objeto referido na sentença, de acordo com o modelo, só pode ser o objeto 'maçã', pois  $a$  é o único valor de  $x$  que tem a propriedade  $A$  e  $B$ , ao mesmo tempo.

Van Fraassen e outros autores da Abordagem Semântica vão destacar que esse sentido do termo modelo também é encontrado dentro da própria ciência, onde é empregado com muita freqüência. E aqui residiria uma grande virtude da Abordagem Semântica que, aos olhos dos próprios cientistas, a tornaria mais natural e familiar que a outra abordagem.

Porém, van Fraassen observa que existem, ainda dentro da atividade científica, outros sentidos em que a palavra modelo é utilizada que não são os mesmos da Análise Semântica.

Seria um sentido mais genérico da palavra modelo designando, não uma estrutura específica, mas diversos tipos de estruturas. Este seria o caso de modelos "icônicos" como os modelos de átomo, de célula, do *DNA* etc., encontrados nos manuais como estruturas figurativas genéricas podendo se referir a diversos tipos de estruturas ao mesmo tempo. É o caso, por exemplo, do modelo de célula (com núcleo,

organelas e citoplasma) que pode se referir a diversos tipos de células (ósseas, sangüíneas, nervosas, musculares etc.). Segundo van Fraassen, são estruturas em que certos valores são deixados sem especificação, podendo dessa maneira referir-se a diversos tipos de estruturas. Por outro lado, os modelos referidos pela Abordagem Semântica na concepção das teorias, conforme destaca van Fraassen, “se tratam de estruturas específicas, em que todos os parâmetros relevantes têm seus valores especificados” (VAN FRAASSEN, 1980, pp. 33).

Interessante a observação feita por Otávio Bueno sobre a aparente inconsistência por parte de van Fraassen com a utilização da noção de modelo num sentido da lógica e da meta-matemática<sup>34</sup> ao mesmo tempo em que defende uma descrição *literal* das teorias científicas (cf. BUENO, 1999, pp. 108-111). Tal inconsistência, aliás, não seria só de van Fraassen, mas da própria Abordagem Semântica que busca conciliar a sua concepção das teorias como entidades “extralingüísticas” (famílias de modelos e não conjunto de proposições), com a execução de uma análise genuinamente semântica (caracterização de noções como satisfação, verdade, etc.). Algo impossível, segundo Bueno, uma vez que tal análise exigiria, como em Lógica, a formalização das teorias em uma linguagem formalizada. (cf. BUENO, 1999, p. 127-134).

Na sua proposta, van fraassen vai procurar seguir as recomendações de Suppes, que caracterizam a Abordagem Semântica. Porém, vai utilizá-las com uma finalidade toda especial e que, necessariamente, não faz parte da Abordagem Semântica: oferecer uma visão empirista e anti-realista das teorias científicas.

Por isso, além da ênfase nos aspectos matemáticos da ciência, há, na posição de van Fraassen uma preocupação com o cumprimento das

---

<sup>34</sup> “um modelo consiste, formalmente falando, de entidades e de relações entre tais entidades” (VAN FRAASSEN, 1989, p. 365).

exigências epistêmicas e ontológicas características do Empirismo, conforme vimos anteriormente.

É desse casamento, entre Empirismo com a Abordagem Semântica, que resulta a visão acerca das teorias científicas denominada Empirismo Construtivo.

Como esboço dessa visão, van Fraassen dá a seguinte definição:

Apresentar uma teoria consiste, em primeiro lugar, na apresentação de uma família de estruturas (matemáticas), isto é, seus modelos e, em segundo lugar, na especificação de certas partes desses modelos – as subestruturas empíricas – como candidatas à representação direta dos fenômenos observáveis. Podemos chamar de *aparências* as estruturas que podem ser descritas em relatórios das medições experimentais. A teoria é empiricamente adequada se tem algum modelo em que todas as *aparências* sejam isomórficas às subestruturas empíricas desse modelo (Ibidem, p. 64).

Veja-se como a opção de entender as teorias semelhantemente à prática científica está presente nessa visão através do relato da apresentação de uma teoria científica, uma ação que, por sua vez, compreende dois passos (lógicos).

O primeiro, consiste em apresentar um grupo de modelos relacionados. Note-se, nesse ponto, o caráter construtivista dessa visão. As teorias já não são mais vistas como cálculos lógicos a partir de um vocabulário observacional, como ocorria no Empirismo Lógico, muito menos são tomadas como estruturas estabelecidas pelo próprio mundo, do modo como defendem os realistas. Elas são vistas aqui como famílias de estruturas matemáticas configuradas, a princípio, apenas pela convenção humana e pelas propriedades abstratas da matemática.



Além disso, apresentar uma teoria consiste na indicação de certas partes em alguns desses modelos como capazes de representar diretamente os “fenômenos observáveis” (exigência empirista de van Fraassen). Essas partes são chamadas por van Fraassen de “subestruturas empíricas” devido à sua ligação com a experiência, conforme veremos.

As subestruturas empíricas são colocadas na condição de *candidatas* à representação direta dos fenômenos, porque van Fraassen está falando propriamente de um contexto que envolve a aceitação ou apreciação da teoria por parte de quem está assistindo à apresentação dessa teoria. Para que deixem essa condição de meras candidatas, é preciso que as referidas subestruturas sejam confrontadas com os fenômenos.

Porém, as subestruturas empíricas são, como o próprio nome diz, “estruturas” matemáticas; é preciso, então, que elas sejam confrontadas com os fenômenos depois de transformados em estruturas matemáticas, em modelos.

As descrições matemáticas dos fenômenos consistem nos chamados *modelos de dados* que, por sua vez, são obtidos nas chamadas medições experimentais, em que se faz a determinação de certos parâmetros que, previamente, os cientistas escolheram para caracterizar e estudar um tipo de fenômeno.

As subestruturas empíricas deixam de ser candidatas à representação dos fenômenos (aos olhos de quem está apreciando a teoria a que pertencem) à medida que vão sendo confrontadas com os modelos de dados e passam a apresentar, em relação a eles, uma propriedade matemática denominada de *isomorfismo*, que significa identidade formal entre duas estruturas.

Como, em primeiro lugar, são os modelos de dados que representam diretamente os fenômenos observados nas medições, e também, como a propriedade de isomorfismo implica que não existem

diferenças relevantes entre duas estruturas (como explica van Fraassen, 1997, p. 14). Dessa forma, quando as subestruturas empíricas são isomorficas aos modelos de dados, elas passam a ser também representantes diretas dos fenômenos e não mais candidatas.

(...) se uma estrutura pode representar os fenômenos, então também o pode qualquer estrutura isomórfica, *mutatis mutandis*".(VAN FRAASSEN, 1997, p. 14).

Mas a confrontação das subestruturas empíricas com os “modelos de dados” é um processo permanente, já que a todo momento surgem novos modelos resultantes de novas medições.

Van Fraassen designa, então, com o termo “aparências” o conjunto de todas as estruturas que podem ser obtidas através das medições experimentais.

Ao mesmo tempo, ele define que uma teoria é empiricamente adequada quando todas as *aparências* podem ser isomorficamente encaixadas nas subestruturas empíricas de um de seus modelos (cf. idem, 1980, p. 64).

Há que se notar, pois, a diferença sutil entre “modelos de dados” e as “aparências”. Os primeiros são as estruturas que efetivamente se obtêm a partir dos relatórios das medições experimentais. Já as “aparências” são o conjunto dessas estruturas que descrevem todos os comportamentos possíveis de um fenômeno.

O que se exige das teorias é que elas sejam adequadas às “aparências”, mas isso, é claro, inclui a adequação das subestruturas empíricas da teoria com cada modelo de dados que é obtido no dia-a-dia das medições experimentais científicas.

Veja-se que van Fraassen usou o termo “isomorficas” na definição do que é uma teoria empiricamente adequada. Juntamente com a noção

de modelo, isomorfismo é uma noção que os adeptos da Abordagem Semântica tomam emprestado da matemática. Van Fraassen<sup>35</sup> comenta que, em matemática, a noção de isomorfismo se refere à relação em que não há diferença relevante entre duas estruturas e que, na Abordagem Semântica é usada com o mesmo fim, para descrever essa relação entre as estruturas de uma teoria e as estruturas que constituem as “aparências”. Segundo Dutra,

Dizer que as *aparências* e as subestruturas empíricas devem ser isomórficas (para que a teoria seja empiricamente adequada) significa dizer que as *aparências* e as subestruturas empíricas do modelo devem possuir uma analogia de forma, isto é, todos os elementos encontrados nas *aparências* devem estar representados de algum modo nas subestruturas empíricas no mesmo arranjo ou organização que ocorre nas próprias *aparências* (DUTRA, 1998, pp. 51-52).

Trata-se, portanto, a noção de isomorfismo, de um recurso bastante útil para descrever importantes relações que ocorrem na ciência principalmente entre as teorias com a experiência/mundo.

Retomando o tópico principal de nossa discussão, podemos fazer uso da noção de isomorfismo para interpretar van Fraassen no que ele diz sobre as subestruturas empíricas, dizendo que elas são candidatas à representação *direta* dos fenômenos.

Rigorosamente, a representação direta é feita pelos modelos de dados, mas através da relação de isomorfismo, conforme foi explicada por Dutra, a representação direta passa a caber também às subestruturas empíricas, uma vez que “se uma estrutura pode representar os fenômenos, então também o pode qualquer estrutura isomórfica, *mutatis mutandis*” (VAN FRAASSEN, 1997, p. 14).

---

<sup>35</sup> VAN FRAASSEN, 1997, p. 13.

Então, se existe isomorfismo entre as subestruturas empíricas e as “aparências”, existe adequação empírica da teoria e a teoria será aceita no meio científico em função da crença nessa relação, é a explicação do Empirismo Construtivo.

A adequação empírica da teoria resulta do relacionamento entre dois tipos de estruturas matemáticas: aquelas pertencentes a uma teoria - as “subestruturas empíricas” - com aquelas pertencentes às “aparências”. Ou noutros termos: de um lado, há os “modelos de dados”, e de outro, há os “modelos teóricos”<sup>36</sup> (subestruturas empíricas) que devem encaixar, acomodar os dados da experiência em suas estruturas.

Todo o conhecimento ou experiência que se pode ter acerca do mundo é identificado com esses modelos de dados. Podemos dizer que é através desses modelos que a teoria “toca” o mundo, e que todo o conteúdo empírico de uma teoria reside nas suas subestruturas que se revelam isomórficas às aparências. Sendo assim, não podemos saber se a estrutura maior da qual essas subestruturas fazem parte, ou seja, o modelo, representa o mundo. Isso, apenas as subestruturas o fazem. Existe apenas um sentido no qual uma teoria representa o mundo: através de uma subestrutura de um de seus modelos. Se nenhum modelo de dados pode ser encaixado em uma teoria, segue-se que ela não diz nada sobre o mundo.

Como vimos também, o Empirismo Construtivo é a posição que coloca como um dos objetivos da ciência a adequação empírica, a adequação à experiência, adequação aos fenômenos, ao que é observável. Por sua vez, a experiência (ou “as coisas observáveis”) consiste no que van Fraassen caracteriza como aparências, de que tratamos acima. Se tal é o objetivo da ciência, ao considerarmos as teorias científicas, deve-se entender que é em função dele que elas são colocadas.

---

<sup>36</sup> “o que deve ser confrontado são dois modelos, um modelo de dados e um modelo teórico”, van Fraassen, Idem, 1997, p. 15.

A partir da visão matemática da ciência que é propiciada pela Abordagem Semântica, o Empirismo Construtivo descreve essa relação de “adequação” entre a teoria e a experiência como uma relação matemática (isomorfismo) entre estruturas matemáticas de naturezas diferentes: entre certas estruturas (subestruturas empíricas) que compõem uma teoria e certas estruturas relacionadas às *aparências* (modelos de dados).

Van Fraassen define que uma teoria é empiricamente adequada se tem algum modelo tal em que todas as aparências sejam isomorfas às subestruturas empíricas desse modelo. Apesar de que nos pareça pleonástico dizer “todas as aparências” - dado que as aparências já são referidas como conjuntos de estruturas - o isomorfismo entre as subestruturas empíricas e as aparências, de um ponto de vista mais geral, significa que a teoria deve prever o comportamento do sistema empírico estudado em qualquer um de seus estados possíveis, que deve acomodar os resultados de todas as medições, as já realizadas e as que ainda o serão.

Contudo, van Fraassen vai destacar que não é possível dispor de todas as aparências, da informação de todos os comportamentos que um sistema pode assumir e que, por causa disso, a crença na adequação empírica de uma teoria está tão sujeita a ser contradita pela experiência futura quanto a crença na verdade. Mas apesar de reconhecer que, em termos de justificação epistêmica, a crença na adequação empírica é tão precária quanto a crença na verdade<sup>37</sup>, van Fraassen vai defender que esta última é menos vantajosa em relação àquela, principalmente, em se comparando os compromissos ontológicos que estão associados com cada uma.

Por exemplo, a crença na verdade entendida como a correspondência entre o nosso conhecimento e o mundo, em muitas

---

<sup>37</sup> cf. VAN FRAASSEN, 1980, p. 99

teorias, implica no compromisso com a existência de certos processos e entidades inobserváveis, isto é, que estão além do que nossas faculdades perceptivas podem distinguir (sem ajuda de nenhum aparelho). Então, acreditar na verdade de uma teoria coliga-se com uma crença extremamente repulsiva para o Empirismo: a crença de que podemos conhecer coisas a que não temos acesso.

Podemos, sim, dizer que uma teoria é verdadeira (isto é, que ela tem um modelo que é réplica fiel, em todos os detalhes, de nosso mundo), e requerer a crença nisso. Mas também podemos afirmar simplesmente que ela é empiricamente adequada, e requerer, não a crença, mas a aceitação para isso. De todo modo, arriscamos nosso pescoço porque a adequação empírica vai além do que podemos saber em qualquer momento. (não dispomos de todos os resultados das medições; nem nunca disporemos; de todo modo, nunca vamos medir tudo o que pode ser medido). Contudo, há uma diferença: a afirmação de adequação empírica é algo mais fraco que a afirmação de verdade, e a restrição de aceitação nos livra da metafísica. (VAN FRAASSEN, 1987, p. 15)

A partir disso, podemos dizer que a crença na adequação empírica gera uma expectativa apenas com relação à manutenção da correspondência entre as subestruturas de um modelo teórico com as aparências.

Muito mais que isso, a crença na *verdade* de uma teoria é uma expectativa em relação à correspondência entre os modelos de uma teoria com a chamada realidade ou mundo, um universo contendo eventos observáveis e também inobserváveis.

Por outro lado, falar de adequação empírica em termos de correspondência revela-se inadequado para o entendimento do Empirismo Construtivo. Apesar de o próprio van Fraassen uma vez ter se

referido à adequação empírica como uma relação de correspondência entre a teoria com os eventos observáveis do mundo<sup>38</sup>, ele mesmo procura evitar esse tipo de linguagem correspondentista preferindo definir adequação empírica em termos mais cuidadosos<sup>39</sup>.

Dutra (DUTRA, 2001) mostra por que a noção de adequação empírica deve ser compreendida independentemente da noção de verdade como correspondência. Segundo ele, ao fazer uso da noção de isomorfismo para descrever a adequação empírica, van Fraassen isola essa noção da noção de correspondência. Além disso, segundo Dutra, o fato de van Fraassen não fornecer nenhuma interpretação em termos de correspondência para a teoria de Tarski - teoria que van Fraassen reconhece estar vinculada à Abordagem Semântica que adota -, é uma indicação de que não há por que vincular a noção de adequação empírica à noção de verdade como correspondência.

Sobre isso ainda, o próprio van Fraassen observa que, diferentemente da noção de verdade, que afirma correspondência total ou aproximada entre a teoria com o mundo, a noção de adequação empírica afirma outra coisa<sup>40</sup>: um tipo de relação estrutural – isomorfismo total ou parcial (encaixe) – existente entre duas estruturas relacionadas, a saber, os modelos de dados e os modelos da teoria.

Assim, se a questão é de como as teorias se relacionam com o mundo, segundo o Empirismo Construtivo, essa relação é, em primeiro lugar, apenas estrutural ou matemática e, em segundo lugar, apenas com o que pode ser observado.

Além da questão do objetivo que deve ser traçado para a ciência e da questão do relacionamento da teoria com o mundo ou experiência, o Empirismo Construtivo pretende superar as explicações realistas também

---

<sup>38</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1980, p. 12.

<sup>39</sup> Um exame sobre a *possibilidade* da vinculação ou não entre a adequação empírica com a noção de verdade como correspondência pode ser encontrado em DUTRA, 2000, p.

<sup>40</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1997, p. 15.

quanto a um problema correlato: a questão da aceitação das teorias científicas.

Segundo van Fraassen, uma teoria pode ser valorizada ou aceita em função de duas virtudes, ou melhor, dois tipos de virtudes. De um lado, existe a *virtude epistêmica* e, de outro, as *virtudes pragmáticas*.

A virtude epistêmica é uma só e representa tudo o que a teoria pode dizer a respeito do mundo, conforme o Empirismo, sobre o que é observável. A virtude epistêmica de uma teoria, ou seja, o que ela vale em termos de conhecimento, é a sua adequação empírica.

Já as virtudes pragmáticas, são propriedades da teoria ligadas à sua utilidade ou sua aplicabilidade; propriedades que não representam conhecimento sobre o mundo, uma vez que ele é fornecido, conforme dito, pela adequação empírica. Propriedades como a simplicidade, a elegância matemática, o alcance, o poder explicativo, a coerência, a aplicabilidade, etc., são exemplos de virtudes pragmáticas.

Em vista dessa distinção entre virtudes epistêmicas e pragmáticas, uma teoria pode ser aceita em lugar de outra em função de sua virtude epistêmica, isto é, de acomodar melhor as aparências que outra, explicando fenômenos que para outra teoria são considerados anomalias (p.ex., a teoria da relatividade sobre a mecânica newtoniana com relação ao periélio de Mercúrio).

Mas há casos em que duas teorias se mostram equivalentes na acomodação das aparências, como é o caso dos sistemas Copernicano e Ptolomaico, gerando, assim, um impasse.

É nesse ponto que entram em jogo as virtudes pragmáticas associadas a uma das teorias. São virtudes que vão ser atribuídas às teorias sempre em função do programa de pesquisa dentro do qual se está trabalhando. Assim, embora tenha a mesma virtude epistêmica que a outra, uma teoria pode ser escolhida entre as duas em função de sua elegância formal, ou de sua aplicabilidade dentro do programa de



pesquisa, de sua concordância com os padrões metodológicos ou conceituais utilizados naquele programa.

Todavia, van Fraassen vai sublinhar que isso não é indicação de que devemos considerar a teoria aceita como verdadeira ou mais verdadeira do que a que foi preterida. Ambas são empiricamente adequadas.

Com respeito, ainda, apenas à virtude epistêmica, duas teorias podem ser comparadas em função do que van Fraassen chama de *força empírica*. Desta forma, diante de duas teorias  $T$  e  $T'$  se pode dizer que, se para cada modelo  $M$  de  $T$  existe um modelo  $M'$  em  $T'$  tal que todas as subestruturas empíricas de  $M$  são isomórficas às subestruturas empíricas de  $M'$ , então  $T$  é *ao menos empiricamente tão forte quanto*  $T'$  (van Fraassen, 1980, p. 67). Este caso é abreviado assim por ele:  $T >_e T'$ .

Mas, no caso seguinte ( $T >_e T'$  e  $T' >_e T$ ) em que  $T$  é ao menos empiricamente tão forte quanto  $T'$  e também,  $T'$  é ao menos empiricamente tão forte quanto  $T$  - então, nesse caso,  $T$  e  $T'$  são empiricamente equivalentes.

Por último, no caso em que temos uma teoria empiricamente não equivalente a todas as teorias logicamente mais fortes, se não podemos manter a força empírica dessa teoria, mesmo ao descartarmos algum de seus modelos, então podemos dizer que ela é *empiricamente minimal*.<sup>41</sup>

Assim pudemos ver como a noção de adequação empírica é articulada dentro do Empirismo Construtivo para explicar importantes questões a respeito da ciência.

Vimos como ela ajuda e entender a relação entre teoria e mundo, na questão da estrutura e conteúdo das teorias, bem como, ajuda explicar a relação entre teoria e usuário, na questão da aceitação.

---

<sup>41</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1980, p. 67-68.

Enfim, constatamos que essa noção, ao ser concebida como uma noção diferente da noção de verdade, traz consigo a pretensão de realizar os ideais que caracterizam o Empirismo de modo a permitir que a ciência seja analisada sem que os supostos “limites da experiência” sejam desrespeitados.

Tudo isso, porque a adequação empírica está baseada na demarcação dos limites da experiência, ou seja, na distinção entre coisas observáveis e coisas inobserváveis. Um tipo de distinção sempre traçada por autores de inspiração empirista, mas que não é tão facilmente aceita por autores de outras vertentes.

No próximo capítulo, analisemos qual a concepção de van Fraassen sobre a delimitação da experiência, e qual a plausibilidade dessa sua visão (conseqüentemente, de todo o resto de sua posição) diante das críticas que lhe são feitas, principalmente, por autores representantes do Realismo Científico, que, de princípio, não aceitam tal delimitação.

### *Capítulo III*

## A OBSERVABILIDADE NA CIÊNCIA SEGUNDO O EMPIRISMO CONSTRUTIVO

Chegamos, enfim, ao ponto pretendido no início desta investigação: a questão da observabilidade no Empirismo Construtivo.

Como introdução ao problema da observabilidade, vamos recontar aqui uma pequena estória proposta por Grower Maxwell em seu famoso artigo “*O status ontológico das entidades inobserváveis*”<sup>42</sup>.

Um cientista chamado Jones que vivia numa época na qual ainda não havia microscópios, intrigado com o mecanismo de transmissão de certas doenças infecciosas, resolveu especular se elas não teriam um mecanismo semelhante ao que podia ser observado na febre amarela, em que insetos funcionavam como vetores de transmissão.

Considerando que, nas doenças que queria entender, nenhum vetor aparente era constatado, Jones imaginou que os vetores poderiam ser organismos invisíveis – que resolveu chamar de *crobes* – e que teriam a capacidade de viver dentro do corpo de outros organismos (hospedeiros).

Baseado na hipótese dos organismos invisíveis e pretendendo combater as doenças, Jones passou a adotar certas medidas preventivas, como a desinfecção em alta temperatura ou em soluções tóxicas de todos os artefatos que eram manuseados por pessoas doentes. A partir disso, Jones obteve uma surpreendente redução de 40% do índice de mortalidade em um período de 10 anos.

Tal fato começou a gerar ansiedade entre diversos filósofos e cientistas interessados em filosofia que logo passaram a se perguntar sobre como deveriam interpretar a teoria de Jones e, principalmente, a parte relativa aos *crobes*, pelo que surgiram várias interpretações:

Uma delas dizia que esses minúsculos organismos implicavam procedimentos muito úteis para os cientistas, mas que não deviam ser tomados seriamente na esfera cognitiva. Uma outra interpretação parecida com essa defendia que a teoria de Jones era apenas um “instrumento” útil na organização dos enunciados da observação e na produção de certos resultados desejáveis, e que, deste modo, não fazia sentido perguntar sobre a natureza das entidades referidas pela teoria. Os defensores dessa interpretação passaram a se chamar de instrumentalistas.

Outra interpretação era a de que a teoria de Jones não passaria de um meio simplificado de expressar o discurso observacional e, por isso, a frase “Existem micróbios nessa folha de papel” pode ser traduzida integralmente, sem resíduo em algo assim: “se uma pessoa manuseia esta folha sem tomar certas precauções, provavelmente irá contrair a doença X, e se esta folha é primeiro exposta a alta temperatura, então se uma pessoa manuseá-la antes que ela entre em contato com uma pessoa com a doença X, provavelmente não irá contrair a doença X, etc.”.

Mas eis que no decorrer da discussão é inventado um interessante aparelho, que torna possível não somente observar os *crobes* de que falava Jones, mas que também permite a identificação dos diferentes tipos de *micróbios* (foi assim que começaram a ser chamados) responsáveis por cada tipo de doença. E tal aparelho passa a ser chamado de Microscópio.

---

<sup>42</sup> MAXWELL, G. 1962. p. 4-6.

Diante disso, alguns filósofos, admitindo ter estado enganados, prontamente se converteram à posição *realista* a respeito da teoria de Jones. Outros recorreram a um *idealismo subjetivo* ou a um *fenomenalismo radical*, do qual havia duas variedades principais: uma, segundo a qual, a linguagem observacional legítima era a que continha unicamente termos referentes aos *sense data*, e outra, segundo a qual, todos os enunciados factuais podiam ser traduzidos, sem resíduo, numa linguagem referida aos *sense data*. Nos dois casos, quaisquer dois termos que não fossem *sense data* (uma entidade teórica e o que ordinariamente pode ser chamado de objeto físico) tinham virtualmente a mesma importância.

Outros, ainda, modificaram menos drasticamente suas visões. Alguns admitiram que os *crobes* de Jones realmente nunca foram inobserváveis em princípio, porque a teoria não implicava a impossibilidade de encontrar meios de observá-los.

Uma alegação mais radical foi a de que os *crobes* não foram observados realmente, e que as imagens se tratariam de meras manchas ou defeitos ópticos.

Essa pequena história de Maxwell apresenta muito bem o problema gerador da discussão sobre o papel da observação na ciência. A postulação de entidades inobserváveis (como os *crobes*) para entender os eventos observáveis (como as doenças contagiosas) é um recurso amplamente utilizado em ciência e, em muitos casos, acarreta resultados satisfatórios no campo observável (a redução da taxa de mortalidade).

O problema está em como interpretar tal recurso metodológico, bem como os seus eventuais resultados. Conforme foi mostrado, os realistas são aqueles que interpretam os acertos conseguidos enquanto evidências para a verdade da teoria, e assim, para a existência das entidades inobserváveis postuladas. Os instrumentalistas e outros, como os

fenomenalistas, são aqueles que preferem não dar semelhante passo, considerando antes que a postulação de coisas inobserváveis não tem importância além daquela puramente metodológica.

Passados vinte anos desde que Maxwell escreveu seu artigo, essa discussão prosseguiu, dando surgimento a inúmeras e diversas interpretações para o problema, interpretações quase sempre polarizadas ou como realistas ou como anti-realistas.

Neste capítulo, nos interessa um tipo particular de interpretação anti-realista; conforme temos indicado, interessa a interpretação proposta por van Fraassen e denominada de Empirismo Construtivo. Em função disso, vamos analisar quais são as razões que caracterizam essa posição quanto à não conceder nem um caráter ontológico a entidades inobserváveis, nem um valor de verdade (*status* de conhecimento) às teorias ou partes de teorias que pretendem se relacionar com essas entidades. Vamos enfocar, por isso, as considerações feitas por van Fraassen sobre a concepção de observação em ciência.

### **A Distinção observável/inobservável no *The Scientific Image***

Em diversas passagens, no *The Scientific Image*, em que procura esclarecer a noção de adequação empírica, van Fraassen comenta que essa noção pode ser entendida como verdade (correspondência) apenas com relação ao que é observável.

Aceitar uma teoria não envolve, em termos de crença, nada mais a não ser a crença de que o que ela diz sobre os fenômenos observáveis está correto (VAN FRAASSEN, 1980, p. 57).

Para um anti-realista, todo o conhecimento está basicamente voltado para o melhor conhecimento do que é observável (ibidem, p. 31).

Ser um empirista consiste em não crer em nada que esteja além dos fenômenos reais, observáveis e não reconhecer nenhuma modalidade objetiva na natureza. Desenvolver uma análise empirista da ciência consiste em descrevê-la como a procura pela verdade apenas sobre o mundo empírico, sobre o que é real e observável ... isso deve envolver o tempo todo uma forte decisão de rejeitar a exigência de uma explicação de regularidades no âmbito observável da natureza por meio de verdade a respeito de uma realidade além do que é real e observável, como uma exigência que não tem nenhuma função na investigação científica (ibidem, p. 202-203).

(...) de acordo com o Empirismo Construtivo, a única crença envolvida na aceitação de uma teoria científica é a crença de que ela é empiricamente adequada: tudo o que é real e observável encontra um lugar em algum modelo da teoria. Até onde o Empirismo Construtivo é válido, a teoria é boa se não existir nada afinal que seja nem inobservável ou nem real. A aceitação de uma teoria não nos compromete com a crença em uma realidade de nem uma das duas coisas. (ibidem, p. 157).

Num modo de falar mais técnico, de acordo com a Abordagem Semântica, a adequação empírica designa a relação de satisfação ou encaixe que ocorre entre os chamados modelos de dados e as subestruturas empíricas de um modelo de uma teoria. Nesse caso, a definição do que é observável depende, de um lado, das informações

quantitativas dadas nas medições e, de outro, como serão classificadas essas informações na teoria.

É importante notar como a adequação empírica é colocada como uma noção mais restritiva que a noção de verdade, empregada no Realismo Científico, pois, o tipo de correspondência designado pela adequação empírica refere-se exclusivamente aos eventos observáveis.

Assim descrita - enquanto verdade somente sobre o que é observável - a noção de adequação empírica pressupõe, ou requer, uma distinção observável/inobservável, isto é, que os eventos podem ser observáveis ou inobserváveis e que podemos distinguir isso.

Contrariamente à opinião realista - tipificada nos argumentos de Grover Maxwell (1962) - de que a distinção observável/inobservável é irrealizável na prática e não tem importância para o entendimento da ciência (como busca pela verdade), van Fraassen defende que a distinção observável/inobservável é realizável, mas principalmente que ela é necessária para uma descrição apropriada da ciência.

Se, para Maxwell, essa distinção é “acidental e uma função de nossa constituição fisiológica, do estado atual de nosso conhecimento e de dos instrumentos que temos a disposição não tendo, por tudo isso, nenhuma importância ontológica” (MAXWELL, 1962, p. 14-15), para van Fraassen, é justamente a constituição fisiológica humana e o estado atual do conhecimento o que torna possível traçar limites para a observabilidade.

Embora vislumbre a distinção, van Fraassen não supõe que sua caracterização seja realizável de uma forma tão antecipada ou definitiva como queriam os positivistas lógicos.

Sua opinião, por isso, é que designar os eventos que são e que não são observáveis é uma tarefa que cumpre à própria ciência. Diz ele que,



Para delinear o que é observável, contudo, devemos olhar para a ciência – e possivelmente para aquela mesma teoria – já que isso também é uma questão empírica. (VAN FRAASSEN, 1980, p. 57).

Cabe notar, nesse ponto, o que já foi destacado por muitos: o seguimento por parte de van Fraassen de um princípio *naturalista* já bem distante da pretensão dos empiristas lógicos que procuravam fornecer um fundamento para a análise da ciência que não dependia dela.<sup>43</sup>

A respeito das afirmações que van Fraassen faz sobre a distinção observável/inobservável no *The Scientific Image*, é possível distinguir dois tipos de afirmações.

De um lado, aquelas que se contrapõem à visão do Empirismo Lógico sobre a distinção observável/teórico. E, de outro, aquelas que se contrapõem à opinião de Grover Maxwell, representando o Realismo sobre essa distinção.

Com as afirmações do primeiro tipo, van Fraassen procura desqualificar a maneira lingüisticamente orientada por meio da qual a caracterização da observabilidade era feita no Empirismo Lógico. O teor mais geral desse tipo de afirmação será que o papel da delimitação da observabilidade é uma tarefa da ciência, como podemos ver nas passagens a seguir:

Nem podem os limites (do que é observável) ser descritos de uma vez por todas (...) para descobrir os limites do que é observável no mundo descrito pela teoria T, devemos investigar dentro da própria teoria T e as teorias usadas como auxiliares no teste e na aplicação de T (VAN FRAASSEN, 1980, p. 57).

O conteúdo empírico de uma teoria agora é definido em ciência por meio de uma distinção traçada pela própria ciência sobre o que é observável e o que não é observável. (ibidem, p. 81).

Não só objetividade, mas também a observabilidade é uma distinção intracientífica se a ciência é tomada de um modo suficientemente abrangente (ibidem, p. 82).

Pois a própria ciência delimita as partes observáveis do mundo que ela descreve. As interações de medição são uma subclasse especial das interações físicas em geral. As estruturas definíveis a partir de medições de dados são uma subclasse das estruturas físicas descritas. É desta maneira que a ciência distingue o observável que ela postula do todo que ela postula. A distinção, sendo em parte uma função dos limites que a ciência revela sobre a observação humana, é uma distinção antropocêntrica. Mas, uma vez que a ciência coloca os observadores humanos entre os sistemas físicos que ela pretende descrever, ela também dá a si mesma a tarefa de descrever distinções antropocêntricas. É nesta maneira que até o realista científico deve observar uma distinção entre o fenomenal e o trans-fenomenal na imagem científica do mundo (ibidem, p. 59).

De outro lado, como contraposição à visão de Maxwell representando o Realismo Científico, um segundo tipo de afirmações vai procurar defender tanto a viabilidade como a necessidade da delimitação da observabilidade.

---

<sup>43</sup> Cf. DUTRA, 1993.

Quanto à viabilidade, van Fraassen vai procurar defender que, embora seja difícil de definir com exatidão a observação (ação) conforme apontou Maxwell, é possível, no entanto, identificar casos claros em que a observação ocorre e em que ela não ocorre.

Olhar através de um telescópio as luas de Júpiter parece-me um caso claro de observação, já que é certo que os astronautas seriam capazes de vê-las de perto. Mas a suposta observação de micro-partículas em uma câmara de vapor parece-me claramente um caso diferente – se nossa descrição do que acontece lá dentro está correta. A teoria diz que se uma partícula carregada atravessa uma câmara cheia de vapor saturado, alguns átomos ao redor da trajetória ficam ionizados. Se este vapor sofrer descompressão, tornando-se assim supersaturado, se condensará em gotas sobre os íons, fazendo dessa maneira o caminho da partícula. A linha prateada resultante é similar (não só pela aparência, mas também fisicamente) ao rastro de vapor deixado no céu quando um avião a jato passa. Suponhamos que eu aponte para esse rastro no céu e diga: ‘Olha lá um avião!’ E poderia responder: ‘olha lá, bem na ponta do risco... lá! Está vendo?’ Entretanto, no caso de uma câmara de vapor uma resposta assim não é possível. Deste modo, enquanto a partícula é detectada por meio de câmara de vapor, e a detecção é baseada em observação, isso é um caso claro de não observação de partícula. (ibidem, pp. 16-17).

Essa afirmação de van Fraassen sugere que é observável apenas o que pode ser visto com a visão desamparada. Essa, aliás, é a maneira com que a maioria dos críticos e comentadores em Churchland e Hooker (1985) interpretam sua posição.

Hacking (1985), por exemplo, diz que, segundo van Fraassen, as imagens mostradas nos microscópios ópticos e eletrônicos não seriam de entidades reais. Na sua interpretação de van Fraassen, Hacking argumenta que, se pudéssemos ficar suficientemente pequenos, os objetos minúsculos poderiam ser aproximados da retina e observados. Mas, uma vez que não podemos encolher para o tamanho de um paramécio, Hacking diz, “Não há maneira de ver uma plaqueta do sangue a olho nu”, e continua, “van Fraassen conclui que não vemos com um microscópio”. Segundo essa interpretação de Hacking da posição de van Fraassen, os objetos microscópicos não seriam observáveis (Hacking, 1985, p. 135).

Porém, van Fraassen não diz em seu livro (1980) que as observações em microscópios não são observações, que não são casos em que predicado observável é aplicável.

Segundo Sara Vollmer, a dúvida na discussão da aplicação ou não do termo observável não se restringe ao *continuum* de casos compreendidos entre a observação direta e a observação microscópica, conforme a primeira interpretação. Segundo ela, van Fraassen designa como ‘casos duvidosos de observação’ um *continuum*<sup>44</sup> mais amplo de casos – casos que “se encontram entre observação direta e inferência” (VAN FRAASSEN, 1980, p. 15). Isso incluiria, portanto, a observação através de microscópios ópticos e microscópios eletrônicos entre os casos duvidosos de observação e não mais entre os casos claros de não-observação. Como evidência disso, Sara Vollmer aponta o exemplo que van Fraassen escolhe para um caso claro de observação.

---

<sup>44</sup> Olhar através do vácuo a olho nu – olhar através de óculos – olhar através de um microscópio de baixa resolução – olhar através de um microscópio de alta resolução, etc. (VAN FRAASSEN, 1980, p. 15; citando Maxwell).

(...) um caso em que o objeto é tão pequeno que não pode ser observado por qualquer das técnicas mencionadas; escolhe uma partícula subatômica em uma câmara de vapor onde, sugere ele, a partícula não pode ser observada. (Vollmer, 2000, p. 360)

A conclusão a que ela chega é que van Fraassen deixa aberta a possibilidade de que a vagueza do predicado observável se estenda a um conjunto maior de objetos que os encontrados na estreita fronteira entre os objetos ordinários e os objetos microscópicos e, com isso, a possibilidade de que um conjunto maior de objetos apresente esse status epistêmico indeterminado. E, desta forma, Hacking teria se precipitado com sua interpretação.

Apesar dessas interpretações sobre o ponto onde van Fraassen traça a linha demarcatória da observabilidade, o importante para os propósitos da sua proposta é que a demarcação precisa ser feita. Por isso, afirma que:

O ponto do Empirismo Construtivo não é perdido se a linha (demarcatória da observação) é traçada de uma maneira diferente da que faço. O ponto estaria perdido somente se nenhuma delimitação fosse considerada relevante para o nosso entendimento de ciência (VAN FRAASSEN, 2000, p. 7)

Se nenhuma distinção for feita entre eventos observáveis e eventos inobserváveis, a noção central do Empirismo Construtivo – adequação empírica – perde completamente seu sentido, conforme iremos ver.

O que vimos até aqui, praticamente, esgota o que van Fraassen tem a dizer sobre observação/observabilidade no *The Scientific Image*.

Como se pode constatar, é surpreendente que van Fraassen não se detenha muito sobre esse tema, talvez porque acredite que “se há limites para a observação, este é um assunto para a ciência empírica e não para a análise filosófica” (p. 57). Mesmo assim, o pouco que foi dito tem dado margem a críticas desafiadoras, como as de Fred Suppe, que avaliou a visão de observabilidade proposta no *The Scientific Image* como uma visão incoerente.

(...) van Fraassen não apresentou coerentemente sua distinção observável/inobservável. Nenhuma das leituras plausíveis é satisfatória para seus propósitos e capaz de escapar de meus argumentos no capítulo décimo primeiro deste livro e nem confiável para a prática científica atual – assim apresentado o seu Empirismo Construtivo e anti-Realismo está longe de ser convincente. (SUPPE, 1989, p. 72).

No livro *Images of Science* organizado por Churchland e Hooker (1985), e que reúne críticas de importantes autores sobre o *Scientific Image*, esta noção de observabilidade adotada por van Fraassen é um ponto bastante freqüente nas críticas que lhe são feitas. Em contrapartida, nesse mesmo livro, van Fraassen procura defender sua posição. Vejamos que acréscimos (ou senão, que esclarecimentos) podemos retirar dessa defesa.

### **O Empirismo e os limites da observabilidade**

Logo após lembrar a tese empirista, de que a experiência é a fonte única e legítima de nossas opiniões factuais, e de observar que a experiência obedece a limites bastante definidos<sup>45</sup>, van Fraassen argumenta que a observabilidade também obedece a certas limitações.

---

<sup>45</sup> “a experiência pode nos fornecer informação apenas sobre aquilo que é, ao mesmo tempo, observável e *real*” (VAN FRAASSEN, 1985, pp. 253, destaque dele).

No caso da experiência, van Fraassen define o seguinte limite fundamental:

A experiência não nos revela nada além do que efetivamente nos aconteceu a até o momento. Sendo assim, uma estrutura observável é aquela que, segundo a atual descrição científica do mundo, encontra-se dentro do cone do passado absoluto de algum ponto no espaço-tempo. Tal estrutura, além disso, deve ser finita e, numa escala cósmica, preferencialmente pequena. Estes são os limites gerais que valem independentemente de quem sejamos nós (a comunidade epistêmica), e que vão permanecer inalterados. Por si só, eles já são suficientes para estabelecer que as teorias científicas relatam coisas que ultrapassam os limites da experiência, mesmo em longo prazo (em parte, por causa das modalidades, e em parte, por causa da estrutura global do espaço-tempo), e também, para estabelecer a distinção entre verdade e adequação empírica (VAN FRAASSEN, 1985, pp. 253).

Em primeiro lugar, essa sua definição faz apenas reafirmar a opinião que foi defendida no *The Scientific Image*, a saber, a de que assiste à própria ciência, não à filosofia, a tarefa de definir o que pode e o que não pode ser observado. Por força disso, entenda-se o que van Fraassen vai dizer sobre os limites da observação, enquanto exemplificação de como a ciência poderia delimitar a observabilidade. Vejamos.

Van Fraassen começa imaginando a restrição mais geral segundo a visão da ciência atual. Trata-se de uma restrição geral, porque a observação é considerada de maneira independente da constituição física do observador ou dos observadores. Ela é considerada “numa escala

cósmica”, como ele vai dizer, em que o observador é tomado basicamente como um *ponto material* cujas características físicas são desprezíveis.

Pela terminologia utilizada por van Fraassen (*cone do passado absoluto*<sup>46</sup>, *espaço-tempo*), é fácil notar que ele se refere basicamente à Teoria Especial da Relatividade, desenvolvida por Einstein e Poincaré. Van Fraassen faz não mais que mencionar o que prescreve essa teoria para que um evento seja observável.

Se quisermos aprofundar um pouco mais essas prescrições para a observabilidade, podemos nos valer das noções expostas pelo astrofísico Stephen Hawking sobre esse assunto<sup>47</sup>.

Diz ele que, se uma vibração de luz é emitida num determinado tempo, de um determinado ponto no espaço, então, à medida que o tempo passa, essa vibração se espalhará como uma esfera de luz, cujo tamanho e posição são independentes da velocidade da fonte. Depois de 1 milionésimo de segundo, a luz terá se espalhado, formando uma esfera com 300 metros de raio; depois de dois milionésimos de segundo, o raio será de 600 metros, e assim por diante. Ela se comportará como as ondulações que se espalham na superfície de um tanque, quando se atira nele uma pedra. As ondulações se espalham circularmente e aumentam à medida que o tempo passa.

Se pensarmos no modelo tridimensional que consiste na superfície bidimensional do tanque e na dimensão uma do tempo, as ondulações circulares em expansão desenharam um cone cuja ponta está no lugar e no tempo em que a pedra atingiu a água. Da mesma maneira, compara Hawking, a luz que se espalha a partir de um evento, forma um cone tridimensional na quádrupla dimensão espaço-temporal. Esse cone é chamado *cone de luz futuro* do evento, que é o conjunto de eventos a partir

---

<sup>46</sup> Cf. ANEXOS: fig. 3.



do qual uma vibração de luz é capaz de atingir um evento dado (ou um observador).

Os cones de luz anterior e futuro de um evento  $P$  dividem o espaço-tempo em três regiões. O futuro absoluto do evento é a região dentro do cone de luz futuro de  $P$ . É o conjunto de todos os eventos que têm a probabilidade de ser afetados pelo que acontecer em  $P$ . Eventos externos ao cone de luz de  $P$  não podem ser atingidos por sinais de  $P$  porque nada pode se deslocar mais rápido do que a luz. Eles não podem, portanto, sofrer influências do que acontece em  $P$ . O *passado absoluto* de  $P$  é a região dentro do cone de luz anterior. É o conjunto de todos os eventos cujos sinais, deslocando-se na velocidade da luz ou abaixo dela, podem atingir  $P$ . É, portanto o conjunto de todos os eventos que têm a probabilidade de afetar o que acontece em  $P$ . Se soubermos o que está acontecendo em determinado tempo, em toda a região do espaço que ocupa o interior do cone de luz anterior a  $P$ , pode-se prever o que acontecerá em  $P$ , assegura Hawking. O resto, é a região de espaço-tempo que não está no cone de luz de  $P$  futuro ou anterior. São os eventos externos a ele. Um exemplo para isso dado por Hawking é que, se o Sol parasse de brilhar neste exato momento, isso não afetaria coisas na Terra no tempo presente porque elas seriam externas ao evento quando o Sol se apagasse. Só tomaríamos conhecimento do fato oito minutos depois, que é o tempo que a luz do Sol leva para nos atingir. Somente então, os eventos da Terra estariam no cone de luz futuro do evento em que o Sol se apagaria. Do mesmo modo, diz ele, não sabemos o que está acontecendo num tempo distante do universo: a luz que vemos em galáxias distantes deixou-as há milhões de anos, e, no caso do objeto mais distante já visto, a luz foi emitida há uns oito bilhões de anos. Então, quando olhamos o universo estamos vendo como ele era no passado.

---

<sup>47</sup> Cf. HAWKING, S. 1988. pp. 36ss.

A partir disso, podemos entender por que, ao dizer que “uma estrutura observável é aquela que se encontra dentro do cone passado absoluto de algum ponto no espaço-tempo”, van Fraassen não faz mais que reproduzir a caracterização dos limites da observação que é fornecida pela ciência atual, neste caso, pela Teoria Especial da Relatividade.

Mas, segundo aponta van Fraassen (cf. VAN FRAASSEN, 1980, p. 253), além dessa primeira forma de limitação da observação, cujo caráter é geral, existem ainda outros limites que são chamados de “especiais” por derivarem da constituição da comunidade epistêmica. Levando-se em conta agora, numa escala menor que a cósmica, a figura do observador, há muito mais coisas que a ciência pode dizer sobre a observação. Muitas são as formas (teorias) de descrever as condições que favorecem a observação.

Sobre esses limites especiais da observabilidade, van Fraassen tece o seguinte comentário:

Quais sejam esses limites é tanto uma questão empírica que não podemos estar inteiramente seguros que sabemos o que eles são e, muito menos, o que eles serão. Quando dou exemplos, eles sempre presumem algumas pressuposições sobre como nós somos. Por exemplo, sempre assumi que nós (comunidade epistêmica) somos todos humanos, e ninguém de nós é realmente uma pessoa de Kripton, como o Super-homem dos quadrinhos, que podia ver a calcinha rosa de Lois Lane quando ela estava inteiramente vestida. Quais são nossas limitações especiais, considero como uma questão empírica, e penso que todos os meus críticos concordam com isso. Penso que eles todos concordam também sobre a vagueza da observabilidade e a irrelevância de onde exatamente a linha é

traçada. Um elétron é tão inimaginavelmente diferente de um pequeno fragmento de pedra – ou da retícula que Hacking pode pegar com espátulas – que qualquer ajuste não faria diferença a esses assuntos. E ainda, essas limitações especiais fornecem o foco para muitas críticas. Devo discutir primeiro aqueles críticos que não discordam das limitações factuais da observabilidade, mas somente do papel que lhes dei em epistemologia; depois discuto o restante (VAN FRAASSEN, 1985, pp. 253-254).

Veja-se que, diferentemente das limitações gerais, van Fraassen não dá nenhum exemplo de como a ciência pode descrever essas limitações especiais que consideram a constituição da comunidade epistêmica (ou de “nós *qua* seres humanos”, para lembrar a expressão usada no *The Scientific Image*). Em vez disso, van Fraassen insiste que essas limitações especiais são assunto empírico e que, portanto, sua caracterização assiste às teorias científicas, cabendo a elas descrever, sempre provisoriamente, os diversos aspectos empíricos (passíveis de medição) envolvidos no fenômeno da observação.

Como se pode constatar, nessa passagem van Fraassen não faz mais que reafirmar sua opinião apresentada em 1980, de que a observação é algo diretamente relacionado com as faculdades perceptivas humanas<sup>48</sup>. E, pelo que se pode inferir do exemplo do super-homem, qualquer outra forma de obter imagens além da “puramente” humana não conta como observação<sup>49</sup>.

---

<sup>48</sup> “O organismo humano é, do ponto de vista da física, um certo tipo de aparato de medição. Como tal ele tem certas limitações inerentes – que serão descritas em detalhes em estágios avançados da física e da biologia. São a essas limitações a que se refere o *vel* na palavra *observável* – nossas limitações *qua* seres humanos”. (VAN FRAASSEN, 1980, p. 17).

<sup>49</sup> Nesse momento pode surgir a pergunta: Mas o que é observação puramente humana? No entanto, essa é uma pergunta a ser dirigida à ciência e por ela respondida, não a van Fraassen, pois ele definiu essa questão como uma questão empírica. Conseqüentemente, também não nos cabe respondê-la aqui.

Depois de apontar os tipos de limites pelos quais, segundo a ciência, a observação é restringida, van Fraassen manifesta sua percepção de que a maioria das críticas que lhe são dirigidas se referem à importância epistemológica que ele atribui a essa delimitação da observabilidade (ibidem, p. 258).

Nesse sentido, van Fraassen avalia que os realistas são os que mais frequentemente tendem a ficar perplexos com a idéia de que os limites da percepção podem exercer alguma função na tomada de atitudes epistêmicas referentes à ciência.

Como explicação para essa perplexidade, van Fraassen imagina três razões: a primeira seria a discordância quanto à tese de que a experiência é a única fonte legítima de informação sobre o mundo; outra razão seria a ausência de qualquer tipo de resistência a opiniões “infladas além do que pode rodar a manivela da experiência” e, como última razão, a divergência quanto à apreciação da discrepância entre o mundo que podemos discernir nos modelos propostos pela ciência e o mundo que experienciamos ordinariamente (imagem científica *versus* imagem manifesta).

Vale dizer que, para van Fraassen, a interpretação empirista dessa discrepância configura-se mais adequadamente com os desafios que são enfrentados pela ciência atual do que a interpretação realista comprometida com uma epistemologia e uma ontologia bastante diversa (metafísica). Diz van Fraassen:

Esta diferença na interpretação vem sendo aumentada pelos empiristas desde o começo – antes os átomos não tinham cor; agora, também não têm forma, nem localização e nem volume. (Exceto, sobre certas interpretações com variáveis ocultas, que a meu ver são, no máximo, bagagem metafísica, mas que em

todo caso geram paradoxos para elas próprias). Existe uma razão por que a metafísica soa tão *passé*, tão *vieux jeu* atualmente; pois, paradoxos e perplexidades intelectualmente desafiadores estão sendo superados pela ciência teórica. Conceitos como Trindade, alma, universais, matéria primeira e potencialidade espantam você? Eles se empalidecem se comparados a inimaginável estranheza de conceitos como espaços-tempo fechados, horizonte de eventos, correlações EPR, *bootstrap models*. Deixe os realistas e os anti-realistas colocarem entre parênteses os seus compromissos epistêmicos e ônticos e contribuïrem com o entendimento desses enigmas conceituais. Mas, depois disso, como alguém, que não diz *credo ut intelligam*<sup>50</sup>, pode ficar perplexo com um desejo de limitar as crenças somente ao que pode, em princípio, ser revelado pela experiência? Ou, para falar deste ponto, como alguém pode ficar perplexo com a idéia de que a aceitação na ciência não requer a crença na verdade além daqueles limites? (ibidem, p. 258).

Uma interpretação como a realista, preocupada com a minimização da diferença entre as duas imagens, tende a fazer compromissos ontológicos e epistemológicos bastante indesejáveis ao Empirismo, como a atribuição de existência a entidades ou eventos apesar de inobserváveis, e também, como a cessão de valor de verdade às sentenças que mencionam essas entidades. Do ponto de vista de van Fraassen, tais compromissos são desvantajosos e também precários diante da constante instabilidade da imagem científica caracteriza, justamente, como uma superação de paradoxos e enigmas. Vale não perder de vista, entretanto, que essa opinião de que os compromissos metafísicos assumidos com o

---

<sup>50</sup> Trad.: “Creio, e por isso posso entender”.

Realismo são precários e desvantajosos é unilateral, ou seja, apenas manifesta o ponto de vista empirista de van Fraassen.

É interessante a manobra de van Fraassen ao final da passagem. Depois de convidar a realistas e empiristas a colocarem seus compromissos “entre parênteses” em favor do “entendimento dos enigmas conceituais enfrentados pela ciência teórica”, van Fraassen pergunta como alguém, desprovido de compromissos, pode ficar perplexo com a idéia de que a aceitação em ciência não requer a crença na verdade além dos limites da experiência. Ora, isso não é o mesmo que perguntar como alguém pode ficar espantado com uma proposta empirista? Contudo, não foram também as crenças empiristas deixadas de lado no início?

Em resumo, o que van Fraassen percebe nas objeções que lhe são dirigidas é que elas se referem basicamente à vinculação que ele faz entre os supostos limites da observação com o tipo de crença presente na aceitação das teorias científicas, ao fato de van Fraassen fazer essa crença depender de uma demarcação de limites para a observabilidade. Segundo os realistas, a delimitação de limites é irrelevante para a análise da ciência, uma vez que, de princípio, a ciência é concebida como a busca por teorias *verdadeiras*, o que significa, grosso modo, correspondência não apenas com o que é observável, mas também, com o que é inobservável e existente ao mesmo tempo. Nesse prisma, o conhecimento não se limita à observação ou à experiência direta, ou vice-versa, a observação não limita o conhecimento como pretende van Fraassen. E, segundo a avaliação de van Fraassen, pode-se identificar, como origem comum às suas críticas, a discordância por parte de seus críticos com os princípios empiristas - por isso antimetafísicos - que, declaradamente, norteiam a proposta de van Fraassen. Dessa forma, os ataques contra van Fraassen se dirigiriam principalmente contra o seu Empirismo. Mas será isso mesmo? Não

haveria a possibilidade de alguém ser empirista e, ao mesmo tempo, contrário a van Fraassen? De forma imediata, podemos pensar que sim, que alguém bem pode ser um empirista lógico, por exemplo. No entanto, vamos considerar (baseados nas críticas apresentadas no capítulo anterior) que esta seja uma posição superada nos dias atuais; dessa maneira, qual outra forma de Empirismo que fosse munida dos desenvolvimentos conceituais da filosofia contemporânea poderia haver sem necessariamente ser do tipo defendido por van Fraassen? Sem ter o caráter construtivo? É um interessante questionamento que vale uma investigação, porém não aqui, dado que o alvo desse trabalho é a questão da observabilidade.

Voltando a falar do *Images of Science*, pode-se dizer que os pontos até aqui apresentados são os principais destaques nas considerações gerais de van Fraassen no tocante à observabilidade. Porém, ele também dá respostas individuais aos artigos de seus críticos, constantes do mesmo livro.

Como, na avaliação de van Fraassen, “a principal objeção à sua posição com relação à demarcação da observabilidade é encontrada no artigo de Hacking” (VAN FRAASSEN, 1985, p. 297), convém analisarmos a disputa entre esses dois autores.

Em “*Do We Really See Through a Microscope?*” (HACKING, 1985, p. 132), Hacking argumenta contra a idéia de van Fraassen de que as observações feitas com microscópios (particularmente os ópticos) não são verdadeiras observações por não poderem ser feitas sem a ajuda desses aparelhos<sup>51</sup>. Ele vai argumentar que a visão de van Fraassen, assim como a da maioria dos filósofos, sobre a observação é uma visão limitada pelo fato de negligenciar um aspecto importante envolvido na observação.

Segundo ele, a observação tem sido pensada simplesmente como *captação* passiva ao passo que consiste também em *interação* (ou interferência) com as coisas.

Por isso, vai destacar que um experimentador somente é capaz de distinguir uma glândula salivar de uma mosca da fruta de uma partícula de poeira somente se tiver começado a dissecar a mosca sob ao microscópio<sup>52</sup>. Seu argumento, então, é o de que o fato de podermos interferir com a estrutura observada só pode significar que estamos observando uma estrutura real e não um artefato produzido pela ótica do aparelho de observação.

Para defender a observação com microscópicos, Hacking argumenta que as imagens obtidas com esses aparelhos podem, segundo ele, ser confirmadas com a utilização de outros tipos de microscópios cada um utilizando aspectos diferentes das ondas luminosas. Como exemplo, Hacking propõe que a aparência de *corpos densos* das células vermelhas do sangue poderia ser confirmada em dois processos de observação diferentes: transmissão eletrônica e re-emissão fluorescente. “Seria uma tremenda coincidência se dois processos físicos completamente diferentes produzissem configurações visuais idênticas quando, na verdade, se tratassem de aberrações desses processos físicos, em vez de estruturas reais na célula” (HACKING, 1985, p. 146).

No entanto, apesar de admitir com Hacking que a concordância de resultados nos diferentes processos de observação não pode ser explicada como mera coincidência, van Fraassen vai argumentar que isso não se deve às razões alegadas por Hacking - ou seja, a realidade da estrutura observada - e sim porque a amostra inserida nos diferentes processos é

---

<sup>51</sup> Conforme vimos anteriormente, essa é uma interpretação de Hacking à posição de van Fraassen, já que este último, até então, não tinha dito literalmente que não podemos observar estruturas reais através de microscópios.

<sup>52</sup> cf. HACKING, 1985, p. 136.



fisicamente a mesma, coisa que não “fundamenta nenhuma inferência sobre a realidade da estrutura inobservável atribuída (a essas amostras)”, afirma Van Fraassen (VAN FRAASSEN, 1985, p. 298).

Outro argumento interessante de Hacking para a confiabilidade na observação com microscópios é o *Argumento da Grade* (refere-se às grades utilizadas em micrografia para dimensionar objetos)<sup>53</sup>. Segundo Hacking, o que garante a crença de que a grade mostrada pelo microscópio refere-se a uma estrutura real é o entendimento do processo pelo qual ela foi feita. Hacking conta que essas grades são reduções fotográficas de grades feitas macroscopicamente pelo homem.

A crítica de van Fraassen a esse argumento, no entanto, será implacável: “não é argumento dizer ‘sei que o que vejo no microscópio é verídico porque a grade foi feita para ser daquela maneira’, uma vez que a premissa precisa implicar justamente o que está em disputa (que fomos bem sucedidos em fazer o objeto ser daquela maneira)” (ibidem, 1985, p. 298).

Por fim, van Fraassen avalia<sup>54</sup> que, apesar de ter examinado e rejeitado a estratégia de justificação por cânones do raciocínio indutivo como a inferência da melhor explicação<sup>55</sup>, o próprio Hacking acaba fazendo uso dessa estratégia para defender a observação com microscópios quando exige uma explicação verdadeira nas semelhanças entre as similaridades persistentes nos diferentes fenômenos que menciona.

Como conclusão, a partir do que van Fraassen diz em *Images of Science* sobre a observabilidade, podemos tirar que, ao apresentar sua concepção de experiência (o que é atual e, ao mesmo tempo, observável)

---

<sup>53</sup> Cf. ANEXOS: fig. 4.

<sup>54</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1985, p. 300.

<sup>55</sup> Cf. seção “Coincidence and Explanation” do referido artigo.

van Fraassen explicita a importância da observabilidade para o Empirismo Construtivo. Segundo ele, distinguir observável de inobservável é tão importante quanto distinguir passado de futuro, pois é justamente isso que permite distinguir conhecimento (experiência) de mera conjectura<sup>56</sup>.

Também, a partir das considerações de van Fraassen, nas quais procura ressaltar que a tarefa de fazer a distinção (ou de traçar limites) é competência da ciência empírica - uma vez que a observação é, também, um processo no mundo físico, conforme apontou - constata-se grande coerência com o Empirismo por parte de van Fraassen.

Enfim, ao analisar no *Images of Science* a contribuição de van Fraassen, podemos constatar não muito mais que uma ratificação, talvez uma explicitação, da idéia de observabilidade apresentada em 1980. Avaliando as respostas individuais de van Fraassen aos seus críticos, constata-se que nenhuma objeção o moveu de sua posição inicial: a saber, que existem limites para a observação, de que cabe à ciência descrever esses limites e que qualquer coisa fora desses limites não pode ser acreditada justificadamente.

### **A observabilidade no Empirismo Construtivo Hoje**

Em homenagem aos vinte anos do lançamento do *The Scientific Image*, no ano 2000, a Associação Americana de Filosofia organizou um congresso para o qual van Fraassen contribuiu com uma exposição intitulada "O Empirismo Construtivo Hoje".<sup>57</sup>

Nesse texto, van Fraassen elege dois pontos para comentar que foram atacados por Arthur Fine e Paul Teller no mesmo simpósio. Um

---

<sup>56</sup> O mesmo vale para a ontologia.

<sup>57</sup> Cf. VAN FRAASSEN (2000).

desses pontos é justamente a sua caracterização da distinção observável/inobservável<sup>58</sup>.

Logo nas primeiras considerações sobre essa distinção, van Fraassen endossa claramente o que era apenas uma interpretação de sua posição sugerida em 1980, de que “observação é percepção, e percepção é algo possível a nós sem o auxílio de instrumentos”, conforme vimos (ibidem, p. 2).

Ao mesmo tempo, com essa mesma afirmação, van Fraassen dá indicação daquilo que pretende defender ao longo do artigo - que a observação por instrumentos (como os microscópios, radiotelescópios) não conta como observação, algo que possivelmente só não foi claramente afirmado antes pela falta de uma estratégia argumentativa só recentemente conseguida por van Fraassen.

É intenção declarada de Van Fraassen desqualificar as concepções que minimizam a importância da observação humana na apreciação do conteúdo cognitivo das teorias - ou seja, o Realismo. Para tanto, van Fraassen vai desenvolver como que uma genealogia da concepção realista da observação.

Van Fraassen então relata como o desenvolvimento do microscópio e do telescópio, logo após a Renascença, foi recebido com entusiasmo pela comunidade científica que passou a encarar esses aparelhos ópticos como verdadeiras “janelas abertas para o nível invisível ou sub-visível da natureza”. Segundo ele, com o tempo, essa mesma interpretação passou a ser aplicada a outras espécies de aparelhos, de forma que hoje em dia tendemos a encarar microscópios eletrônicos, espectroscópios, tomógrafos, aceleradores de partículas, e assim por diante, também como

---

<sup>58</sup> O outro trata da distinção aceitação/crença.

janelas para o mundo invisível. Mas segundo ele, essa visão é equivocada:

Entre filósofos pelo menos parece haver uma convicção de que, em ciência, quando certas imagens que são produzidas por instrumentos podem ser concebidas ou identificadas como retratos de coisas reais, *devemos* (se aceitamos a teoria associada) acreditar que são reais, ou seja, que existem coisas reais de que essas imagens são retratos. Eu contesto o “devemos” (ibidem, cap. I).

Como alternativa, van Fraassen recomenda uma outra visão conforme a qual os aparelhos em questão são pensados não como janelas mas como causadores de novos fenômenos.

Isso significa uma mudança de visão: assimilar aqueles instrumentos, não como janelas para dentro de mundo algum, mas como procedimentos experimentais que produzem efeitos que podemos ver e que temos que dar um lugar em nossa representação do mundo. Os instrumentos usados em ciência podem ser entendidos não como reveladores do que existe por trás dos eventos observáveis, mas como geradores de novos eventos observáveis a serem explicados (ibidem).

Paul Teller<sup>59</sup> faz comentários a essa proposta de van Fraassen, dizendo que a concepção dos instrumentos como *criadores de fenômenos* pode caber muito bem a certos instrumentos como os espectroscópios, os voltímetros e as câmaras de vapor. Mas rejeita essa visão quanto aos microscópios.

---

<sup>59</sup> TELLER, P. 2000, “Whither Construtive Empiricism?” in *Journal of Association of Philosophy of America*.

Segundo ele, há uma diferença entre aqueles que produzem fenômenos *estritos* (descargas elétricas, calor, etc.) e aqueles que produzem imagens. Ele observa que a experiência de ver num microscópio é tão parecida com a experiência de ver sem o microscópio que logo deixamos de fazer a distinção entre observação e instrumentação. Essa seria uma das razões para rejeitar a proposta de van Fraassen em não aceitar a observação em microscópio como janela para o mundo (observação de coisas reais).

Para rebater essa crítica, van Fraassen aponta para um grupo de fenômenos ópticos que inclui reflexões na água, miragens no deserto e o arco-íris.

Segundo van Fraassen, embora a observação desses fenômenos seja também bastante parecida com a observação dos demais fenômenos normais, existem aspectos que determinam uma diferença significativa entre eles.

Analisando o caso da observação do arco-íris, van Fraassen sublinha que, apesar de nos referirmos ao arco-íris com um substantivo concreto (*count name*), logo nos damos conta de que não há nenhum arco real brilhando no céu, ainda que pareça o contrário (cf. *ibidem*, p. 4).

Van Fraassen avalia então que o caso do arco-íris, assim como muitos outros fenômenos semelhantes, trata-se de uma espécie de *alucinação* por não se referir a nada no mundo físico, só que, diferentemente das alucinações subjetivas e à semelhança da observação comum<sup>60</sup>, esse fenômeno pode ocorrer a diferentes pessoas ao mesmo tempo e ser até mesmo fotografado. Por tais características, van Fraassen

---

<sup>60</sup> Digo, observação sem a ajuda de instrumentos.

resolve qualificar fenômenos desse tipo como “alucinações públicas criadas pela própria natureza” (ibidem, p. 4).<sup>61</sup>

A partir disso, van Fraassen procura defender, por meio de uma argumentação que achamos um pouco confusa<sup>62</sup>, que as imagens obtidas através de microscópios eletrônicos, radiotelescópios etc., apesar de poderem ser concebidas como imagens de coisas reais, não devem merecer o mesmo *status* que atribuímos às imagens obtidas através da observação direta.

Defendo que podemos descrever nossas visões através de um microscópio na mesma maneira que descrevemos as nossas observações-de-arco-íris. Isto certamente introduz um tipo de relato de observação que não tinha em mente ao escrever *The Scientific Image*. Naquela ocasião, estava pensado quase que simplesmente em termos de uma classificação de objetos, eventos e processos como observáveis e inobserváveis. Arco-íris não são nem objetos, eventos ou processos. O uso do substantivo não permite ver o entendimento mais sofisticado que imediatamente vamos mostrar quando pressionados. O fato, contudo, é que não mudamos nossa maneira de falar. Penso que podemos relatar nossas experiências com microscópios da mesma maneira. Mesmo apesar do fato de que, em um sentido direto, não temos a experiência de ver a ‘imagem de um arco-íris’, a ‘imagem de um paramécio’, mas a experiência de ver um arco-íris e um paramécio. (ibidem, p. 7).

---

<sup>61</sup> Segundo a categorização dada por ele nesse artigo, há três tipos de imagens: imagens que se referem a coisas (imagens como fotos, pinturas, reflexões), imagens subjetivas (sonhos, alucinações subjetivas) e imagens que não são nem alucinações subjetivas nem se referem a coisas reais, mas são ilusões intersubjetivas (arco-íris, miragens, etc.).

<sup>62</sup> Em certo momento ele diz: “*These observations are like hallucinations, in that they are not real things*” (Essas observações são como alucinações enquanto não se referem a coisas reais) (VAN FRAASSEN, 2000, p. 4). E, em outro (p. 6), diz o contrário: “*Some of these public hallucinations are*

Van Fraassen ainda faz críticas à posição realista. Ele argumenta que a epistemologia realista, na qual a indução ou outras 'regras da razão certa' determinam apenas uma crença correta sobre a base de uma dada evidência, é uma epistemologia completamente inaceitável porque sempre deixa seus adeptos em situações desnecessariamente desconfortáveis. É o caso, por exemplo, de alguém que possui determinada crença sobre uma teoria - que ela é verdadeira, por exemplo - que implica a existência de inobserváveis. Em caso de correção pela evidência, o adepto da referida crença, conforme essa epistemologia, será forçado a admitir ter estado errado embora também tivesse estado racionalmente proibido de acreditar o contrário. De acordo com isso, é difícil de conciliar a crença na verdade com as revisões provocadas pelas observações.

Desqualificando assim a posição realista novamente, van Fraassen induz à aceitação da sua proposta. Surpreendentemente, van Fraassen não relembra a epistemologia do Empirismo Construtivo segundo a qual a única crença envolvida na aceitação de uma teoria é a adequação empírica, ou a adequação com o que é observável, mas deixa implícito, talvez, para que sua visão da observação soe mais atraente.

Van Fraassen propõe então que as imagens produzidas por esses "instrumentos de observação" sejam concebidas simplesmente como o que são, como imagens. E, sendo que elas não podem ser verificadas através da observação direta, a atitude mais sensata em termos epistemológicos é o "agnosticismo" (p. 6) tendo em vista a possibilidade de serem imagens ilusórias como são as miragens e o arco-íris.<sup>63</sup>

---

*actually pictures of real things: e.g. the reflection of a tree in the water*" (Algumas dessas alucinações públicas são representações de coisas reais: por exemplo, o reflexo de uma árvore na água).

<sup>63</sup> Cf. ANEXOS: Fig. 8.

Essa é, pois, a resposta de van Fraassen à objeção de Teller quanto à observação de imagens a partir do microscópio óptico. Porém van Fraassen dá o seguinte esclarecimento:

Finalmente, devo acrescentar que realmente não me importaria se vocês rejeitassem esta opinião quanto ao microscópio óptico. Ficarei feliz se vocês concordassem com ela com respeito ao microscópio eletrônico. Pois, microscópios ópticos não revelam muito do cosmos, não importa quão verídicas ou acuradas sejam suas imagens. O ponto do Empirismo Construtivo não é perdido se a linha é traçada em de alguma maneira diferente da que tracei. O ponto seria perdido só se nenhuma demarcação fosse considerada relevante para nossa compreensão da ciência. Arthur Fine certamente, e possivelmente Paul Teller do mesmo modo, sugerem que não é relevante traçar tal linha (ibidem).

O Empirismo consiste basicamente na tese da experiência como única fonte de conhecimento (do mundo). Tal posicionamento em relação ao conhecimento requer, portanto, uma distinção do que seja experiência do que não o seja (metafísica). Mas, no contexto da análise da ciência essa distinção se traduz numa outra distinção – a distinção do que é e do que não é observação. Tal distinção, conforme observa van Fraassen, pode ser feita de maneiras diversas sem prejuízo para o Empirismo.

Conforme vimos, van Fraassen defende a idéia de que, no processo (comum) de observação, podemos enxergar imagens reais ou imagens virtuais sendo que podemos distinguir as reais das virtuais pela identificação de certas invariâncias (*invariances*), como a localização espacial. Por outro dado, no caso das imagens fornecidas a partir de aparelhos como o microscópio, não é possível determinar essas



características sem recorrer novamente a esses aparelhos. Por causa disso, as imagens por eles fornecidas não têm o mesmo valor que as imagens da observação. Daí decorre a sugestão de van Fraassen de interpretar esses aparelhos meramente como geradores de novos fenômenos<sup>64</sup> em vez de janelas para o mundo não-visível.

Essa caracterização da observabilidade é basicamente o que van Fraassen procura defender nesse artigo. Porém, o que van Fraassen procura defender é uma idéia mais fundamental: a idéia empirista de que a distinção entre observação e não-observação é relevante para um entendimento apropriado da ciência – a aceitação das teorias pela crença na sua adequação empírica.

Pudemos constatar nesse artigo recente de van Fraassen, enfim, alguma mudança no seu posicionamento quanto à distinção da observabilidade, desta vez deixando claro algo apenas acenado em 1980 (e mesmo em 1985 na resposta a Hacking), que os microscópios de alta resolução, conforme sua concepção, não contam como instrumentos de observação. Uma outra mudança em relação ao *The Scientific Image*, declarada, aliás, pelo próprio van Fraassen (cap. 6), é revelada no entendimento de que não apenas objetos, eventos e processos podem ser classificados como observáveis, conforme pensava anteriormente, mas de que também imagens, como o arco-íris, podem ser classificadas dessa maneira.

### **Uma alternativa à demarcação de van Fraassen**

Considerando os exemplos dados por van Fraassen no *The Scientific Image* de casos claros de observação (a observação a olho nu no vácuo, a

---

<sup>64</sup> Isto é, não se tratam do mesmo fenômeno observado sem esses aparelhos. Nesse sentido é que são novos (outros) fenômenos.

observação por telescópios) e de casos também claros de não-observação (detecção de partículas em câmara de vapor), pode-se concluir que procedimentos de olhar através de microscópios de alta resolução seriam casos que expressariam a vagueza do termo observável, não se podendo por isso defini-los claramente nem como observações, nem como não-observações.

Por outro lado, considerando o artigo de van Fraassen que foi analisado há pouco, vimos que a utilização de microscópios de alta resolução não pode ser qualificada como um procedimento em que ocorre observação. E, num segundo momento, vimos van Fraassen recomendar a exclusão do microscópio eletrônico para quem quisesse compatibilizar o microscópio óptico com uma abordagem empirista construtiva da ciência. Entretanto, van Fraassen não aponta razão alguma por que distinguir as imagens obtidas no microscópio eletrônico<sup>65</sup> das imagens obtidas no microscópio óptico e na observação ordinária.

Sara Vollmer (2000) em seu interessante artigo<sup>66</sup>, propõe uma distinção diferente quanto ao que pode e ao que não pode ser considerado como observação ou como observável. Diferentemente do posicionamento de van Fraassen, a sua proposta vai assumir os microscópios de alta resolução e outros aparelhos semelhantes<sup>67</sup> como legítimos instrumentos de observação. Melhor que van Fraassen, a autora vai fornecer as razões para isso.

A abordagem empirista construtiva de van Fraassen das teorias faz uma distinção epistêmica entre entidades que podem e que não podem ser observadas a olho nu. A crença que uma descrição teórica de uma entidade observável a olho nu está

---

<sup>65</sup> Cf. ANEXOS: Fig. 5

<sup>66</sup> “Dois tipos de observação: por que van Fraassen estava certo ao fazer uma distinção, mas fez a distinção errada” (VOLLMER, 2000).

<sup>67</sup> O critério de semelhança será convenientemente dado pela autora.

correta pode ser sustentada por uma teoria. Em contrapartida, nenhuma teoria pode sustentar crenças sobre descrições de entidades inobserváveis. De minha parte, vou argumentar que, em vez disso, devemos adotar uma visão que leva em conta o fato de que algumas entidades invisíveis a olho nu podem, contudo, ser observadas com base do mesmo princípio físico daquelas entidades que o podem. Isto sugere que existe uma distinção diferente daquela proposta por van Fraassen e que poderia fazer o mesmo trabalho que aquela, só que baseada num princípio. O entendimento do por que isso pode ser feito, vai sugerir que a distinção de van Fraassen é baseada em mero chauvinismo humano (VOLLMER, 2002, p. 355).

Segundo Sara Vollmer observa, o que distingue a *observação* a olho nu da *inferência* indireta dos objetos a partir de observação é que os sinais difratados de um alvo são re-combinados pela lente do olho para criar imagens (revelando formas e orientações) dos objetos vistos<sup>68</sup>.

Conforme sua explicação, quando uma onda eletromagnética é refletida por um objeto, ela geralmente sofre uma perturbação de acordo com as heterogeneidades (*inogeneities*) do objeto. Dessa forma, as heterogeneidades dos objetos ficam codificadas numa onda eletromagnética em propagação.

Por meio de uma lente, essa perturbação de onda pode ser re-combinada de maneira a formar, num plano, uma imagem do objeto.

A imagem resultante é como que um somatório de uma perturbação de onda revelando num espaço real uma função de heterogeneidade de um objeto (ou sistema), i. e., sua estrutura. A perturbação da onda que se propaga em várias

---

<sup>68</sup> Cf. ANEXOS: Fig. 6 e 7.

direções é descrita por uma “transformação de Fourier” da onda do objeto. O subsequente somatório da perturbação de onda que forma uma imagem é descrita por uma transformação inversa da onda perturbada. Formar uma imagem, então, é determinar, a partir da distribuição espacial de uma perturbação de onda, as heterogeneidades do objeto (Sara Vollmer, 2000, p. 357).

No caso da observação humana, Vollmer destaca que a onda eletromagnética em questão é a luz, que a lente é o próprio olho e que a retina, o plano da imagem. A refletividade de um objeto em relação à luz visível configurará as heterogeneidades da imagem.

Vollmer aponta que os objetos podem ser heterogêneos não apenas com respeito à refletividade da luz, mas a outros tipos de radiação eletromagnética, como os raios-x ou as microondas. Assim, também os objetos podem apresentar heterogeneidades com relação a propriedades tal como a densidade ou o índice de refração (o grau em que a luz é retardada quando passa por um material). Nesse caso, explica ela:

Uma imagem pode ser uma função de heterogeneidade na refletividade da radiação eletromagnética que não se encontra numa grandeza visível ou em outro tipo de grandeza intensa. Em cada caso, a estrutura da heterogeneidade pode ser registrada pela perturbação de uma onda. Desse modo, os objetos podem ter mais de uma imagem, a formação de cada uma, talvez não mais que qualquer outra, conta como uma determinação da função de heterogeneidade do objeto (VOLLMER, 2000, p. 358).

Dependendo do tipo de radiação incidida sobre o objeto é possível, segundo a autora, obter várias imagens de um objeto! Perceba-se para

onde Vollmer está conduzindo sua argumentação ao sugerir a imagem ocular humana como um dos tipos possíveis de imagens. O que segue? Vejamos.

Continuando a explicação, as informações contidas na propagação da radiação podem ser recuperadas com o uso de lentes, como as formadas pelo olho humano, mas não somente por eles, observa ela. Também podem desempenhar esse papel lentes artificiais, como as instaladas nos microscópios ópticos. Do mesmo modo, certos campos elétricos especialmente projetados como os que podemos encontrar em microscópios eletrônicos. Além disso, essas informações podem ser recuperadas sem ser por um processo real de recombinação de radiações difratadas; isso pode ser feito matematicamente, como na *cristalografia* por raios-x, pela utilização de uma equação chamada de Transformação Inversa de Fourier.

Contudo, existem alguns objetos que não podem ser observados pelo processo da difração-recombinação porque esse processo exige um tamanho mínimo para a observação. Dentre eles estão elétrons e partículas subatômicas. Vollmer lembra que objetos do tamanho dos elétrons não podem ser observados por difração de ondas e pela aplicação de uma Transformação Inversa de Fourier. Isso porque seu tamanho reduzido exigiria um comprimento de onda também muito reduzido que, por sua vez, exigiria uma grande quantidade de energia da radiação. Num certo limite, correspondente a estruturas do tamanho do elétron, a energia necessária seria tão grande que em vez de rebater no objeto, a onda acabaria por despedaçá-lo impedindo assim sua observação.

Com isso, Vollmer propõe uma distinção diferente da de van Fraassen:

Entidades que são observadas a partir do mesmo princípio físico que o da observação comum são epistemicamente distintas das que não são (ou, como mencionado acima, nunca serão) observadas com base nesse princípio. Assim, por exemplo, antes de ser descrita pela técnica da cristalografia, uma enzima é geralmente descrita usando outras técnicas espectroscópicas menos detalhadas que operam sobre uma variedade de princípios físicos. Num caso assim, o que é descrito dessa maneira pode ser considerado menos certo ou menos fundamentado que uma descrição de um objeto baseada na difusão de radiação e numa transformação inversa de Fourier. Isso porque quando o princípio físico sobre o qual algo é observado é o mesmo que o da observação ordinária, podemos ao menos dizer que uma descrição de uma entidade observada nessa maneira é tão correta quanto a descrição de um objeto comum, observado por meios comuns (VOLLMER, pp. 364-365).

Assim, sob o argumento de que as imagens obtidas por meio do mesmo princípio físico da observação normal merecem por isso o mesmo *status* cognitivo, Vollmer sugere uma extensão dos limites da observabilidade em relação à proposta de van Fraassen.

Vemos, assim, que a proposta de Vollmer está bastante de acordo com a de van Fraassen, particularmente enquanto apresenta uma descrição da observabilidade feita pela ciência atual. Ao mesmo tempo, não perde de vista a identificação, ou melhor, vinculação feita por van Fraassen entre a observação e o ser humano. E o mais importante, tudo isso é feito sem negar a importância dessa distinção para a compreensão da ciência, como afirma o Empirismo (embora Vollmer não se ocupe em

desenvolver as conseqüências de sua distinção para uma análise da questão da aceitação e avaliação das teorias científicas).

Enfim, sua proposta cumpre, por um lado, a exigência empirista de uma distinção da experiência (observação), e por outro, grande parte, mas não todas das exigências de van Fraassen para a caracterização dessa distinção. Embora não propriamente um Empirismo Construtivo – já que a autora não acentua muito o aspecto da construção de modelos –, esta posição, para o agrado de Van Fraassen, constitui certamente um Empirismo<sup>69</sup>.

---

<sup>69</sup> Cf. ANEXOS: Fig. 10 (mapa conceitual do capítulo 3).

## CONCLUSÃO

Estudar o debate em torno da observabilidade revela-se uma oportunidade bastante privilegiada, enquanto permite acompanhar o enfrentamento entre algumas das grandes vertentes que orientam as pesquisas em filosofia da ciência nos últimos tempos.

Primeiramente, há o enfrentamento do Realismo Científico versus o anti-Realismo. O Realismo com a visão de que a ciência é um processo orientado para uma descrição (literalmente) verdadeira de como o mundo está constituído, e de que as teorias são aceitas sob a crença de que descrevem verdadeiramente a realidade. O anti-Realismo, nas suas mais diferentes modalidades (Instrumentalismo, Empirismo, etc.) é basicamente a posição que procura negar tudo isso, atribuindo finalidades epistemicamente menos pretensiosas para ciência.

Um segundo enfrentamento importante, um pouco mais contemporâneo que o primeiro, é o de Abordagem Sintática *versus* Abordagem Semântica. Enquanto a primeira concebe as teorias como sistemas de axiomas relacionáveis com o mundo lingüisticamente, a Abordagem Semântica propõe conceber as teorias como conjuntos de modelos ou estruturas ligadas com o mundo, de forma matemática ou estrutural descrita por conceitos como encaixe e isomorfismo.

Sem falar em enfrentamentos de outras ordens como os que envolvem as diferentes concepções de verdade e de conhecimento que também estão presentes no mesmo debate, num nível mais fundamental.



No estudo que acabamos de fazer, sobre a observabilidade, procuramos analisar principalmente a visão associada com o Empirismo Construtivo de Bas van Fraassen comparando-a, ao mesmo tempo, com a de seu rival, o Realismo Científico (representado por diversos autores), acerca desse tema.

A posição realista, partindo do princípio de que a capacidade humana de observar é ilimitada, postula que a observação pode se estender além dos limites impostos pela nossa constituição física graças ao auxílio de aparelhos especialmente projetados para esse fim. Qualquer coisa, se existe, pode ser observada em circunstâncias favoráveis<sup>70</sup>, como indica Maxwell (1967).

Uma epistemologia do Realismo mostra que a observabilidade é concebida nos moldes de uma associação entre *percepção sensorial* com certos procedimentos inferenciais, como a *inferência da causa comum* (ICC) e a *inferência da melhor explicação* (IBE), que operam com base no princípio da plausibilidade (aplicável também na observação ordinária).

Tal associação é utilizada, então, para justificar a interpretação de certas imagens obtidas em aparelhos como o microscópio óptico e o microscópio eletrônico, como de imagens reais, com valor epistêmico equivalente ao das imagens da observação comum.

Favoravelmente a essa concepção, vão argumentar diversos autores, dentre eles Maxwell (1967) por meio do *Argumento do Continuum da Observação*, Hacking (1983) com o *Argumento da Grade* e o da convergência de resultados em diferentes processos de observação, e por fim, Vollmer (2000) através do *Argumento da Transformação Inversa de Fourier*.<sup>71</sup>

---

<sup>70</sup> Note-se a petição de princípio. Nos casos em que não podemos enxergar diretamente, como saber se a circunstância é favorável?

<sup>71</sup> Embora, como vamos ver, a autora não seja uma realista e pretenda-se uma contribuinte de van Fraassen, ela defende também a “confiabilidade epistemológica” da observação em alguns aparelhos.

A visão defendida por van Fraassen na sustentação de seu Empirismo Construtivo é uma visão diametralmente oposta a essa visão realista de observabilidade.

Partindo do princípio de que a capacidade humana de observar é limitada e não irrestrita, van Fraassen defende que é possível distinguir e também descrever os limites que são impostos à observação (humana) do mundo.

Inicialmente, podemos notar que van Fraassen procura defender a idéia de que a tarefa de delimitar a observabilidade, de definir o que conta como observação e o que não conta, é uma tarefa que cumpre à própria ciência<sup>72</sup> e não à filosofia. E diz isso, após constatar o insucesso de estratégia positivista de caracterizar a observabilidade a partir de uma análise eminentemente filosófica da linguagem.

Mas apesar de defender essa idéia, uma análise mais cuidadosa permite constatar que van Fraassen de fato parece não confiar integralmente essa tarefa à ciência quando, de antemão, afirma que observação é algo realizável apenas ao organismo humano sem a ajuda de aparelhos, limitando assim essa capacidade.

Por tal compreensão da observação, van Fraassen vai sugerir que não é apropriado tomar as imagens obtidas exclusivamente com a “ajuda” de “aparelhos de observação” como imagens de coisas reais. E, se não podemos negar-lhes completamente valor epistêmico, pelo menos, temos que qualificá-las inferiormente em relação às imagens da observação normal, sem esses aparelhos.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> Cf. VAN FRAASSEN, 1980, pp. 57; 81; 82; 59.

<sup>73</sup> Talvez não se possa dizer que van Fraassen negue absolutamente valor epistêmico à chamada “observação ajudada”. Com base, principalmente, no seu artigo de 2000, ele parece adotar um ceticismo quanto a isso.

Na defesa de sua posição, van Fraassen vai utilizar diversos argumentos, entre eles, o Argumento do Avião a Jato (VAN FRAASSEN, 1980, p.17) para defender a distinção entre observação e não-observação, e o Argumento das Ilusões de Óptica (VAN FRAASSEN, 2000, pp. 4-6) para defender uma interpretação não-realista dos aparelhos de observação.

Conforme temos notado, trata-se de uma visão nada convencional de observabilidade, levando-nos a pensar de um modo bastante diferente sobre o significado da ciência, das teorias científicas, do que os cientistas fazem efetivamente, das pretendidas “descobertas” de porções invisíveis do universo, etc.

Mas é isso justamente o que van Fraassen quer com tal visão. Propor uma nova interpretação de ciência coerente com o “princípio empirista” de que a experiência – que deve ser caracterizada de alguma forma – é a única fonte de informação sobre o mundo.

Nesse sentido, van Fraassen procura mostrar que não precisamos pensar as teorias como “verdadeiras”, significando que tudo o que elas dizem tem um correspondente no mundo real, quer seja observável (no sentido empirista), quer não. Existe uma outra possibilidade de interpretar as teorias científicas que não nos comprometeria com a crença na existência de coisas inobserváveis.

Podemos pensar as teorias como “empiricamente adequadas”, ou seja, simplesmente que o que elas dizem sobre os eventos observáveis é adequado. Numa qualificação mais técnica dentro da teoria de van Fraassen, isso significa que essas teorias científicas - concebidas como *famílias de modelos* - apresentam um *modelo* ou mais cujas *subestruturas empíricas são isomórficas às aparências*.

Assumir, dessa forma, as teorias científicas como empiricamente adequadas em vez de verdadeiras é uma interpretação bastante diferente. A preocupação central não é mais com a descoberta sempre crescente da realidade além dos fenômenos, mas com a fidelidade a uma determinada caracterização da experiência (equivalente empirista da noção de realidade).

No caso de van Fraassen, essa caracterização da experiência tem dois aspectos. O mais fundamental, como vimos, é o de que a experiência (observação) é uma função de fatos acerca do homem tomado como um organismo no mundo capaz de um determinado tipo de interações com seu meio. O outro aspecto, complementar ao primeiro, é o de que esses fatos devem ser acomodados dentro da *estrutura conceitual* em que a ciência se baseia para descrever todos os eventos no mundo. Tratando-se, portanto, de uma tarefa da ciência a de descrever os limites da capacidade humana de observar. Por meio destes dois aspectos que a experiência é caracterizada.

Van Fraassen vai observar, todavia, que a experiência poderia ser caracterizada de alguma outra forma. Assim novas formas de Empirismo seriam possíveis.

Como de fato é feito por Vollmer que, conforme vimos, oferece uma caracterização diferente da observabilidade, muito embora se aproxime bastante daquela seguida por van Fraassen.

Baseando-se sobre os mesmos dois aspectos citados acima, Vollmer articula-os de um modo diferente de forma a ampliar um pouco os limites da observabilidade em relação a van Fraassen. Vollmer defende que, se uma determinada imagem é obtida pelo mesmo processo físico que da observação humana, ela pode ser considerada real e o processo pelo qual foi obtida, como uma observação.

Articulando-se aqueles dois aspectos de forma diferente a Vollmer e a van Fraassen, se poderia perfeitamente chegar a formas de Empirismo cada vez menos restritivas. Formas que incluíssem, até mesmo, aceleradores de partículas como genuínos instrumentos de observação. Certamente Empirismos desse tipo são possíveis (e talvez até desejáveis por alguns).

Muito embora soubesse dessas possibilidades, van Fraassen estabeleceu-se em uma forma mais restritiva de Empirismo, fixada no nível sensorial mais evidente; motivado possivelmente pela austeridade ontológica tradicional ao Empirismo que procura seguir. E certo é que, se van Fraassen restringiu seu Empirismo dessa maneira, é porque são conseguidas certas vantagens na análise da ciência.

Cabe investigar, entretanto, se outras formas de Empirismo menos restritivas não trariam, também, vantagens interessantes para um entendimento apropriado da ciência – como a de não precisar negar que as imagens obtidas com processos físicos já tão bem conhecidos atualmente (microscopia óptica e eletrônica, etc.) não se refiram a coisas reais. <sup>74</sup>Mas, tal investigação escapa aos propósitos deste trabalho.

---

<sup>74</sup> Cf., por exemplo, ANEXOS: fig. 5.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIRD, D. C. *Experimentation: an introduction to measurement theory and experiment design*. 3th. ed Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1995.
- BETH, E. "Towards an Up-to-Date Philosophy of The Natural Sciences", *Methodos* 1, 1949.
- BETH, E. "Semantics of Phisical Theories", *Synthese* 12, 1960.
- BOYD, R. "The current status of scientific realism" in LEPLIN, J., ed. *Scientific Realism*. Berkeley: University of California Press, 1984.
- BOYD, R. "Lex orandi est Lex Credendi". in P.M. CHURCHLAND AND C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press. pp. 3-34, 1985.
- BUENO, O. "O Empirismo Construtivo: uma reformulação e defesa." Campinas: UNICAMP. Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1999.
- CARNAP, R. [1937] "Testabilidade e Significado". Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- CARNAP, R. [1956] "O Caráter Metodológico dos Conceitos Teóricos". Coleção Os Pensadores - São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- CARNAP, R. [1961] "Pseudoproblemas na Filosofia". Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- CARNAP, R. [1965] "Empirismo, Semântica e Ontologia". Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- CARTWRIGHT, N.. "When Explanation Leads to Inference." *Philosophical Topics* 13: 111-21, 1982. Reprinted as chap. 5 of Cartwright (1983).

- CARTWRIGHT, N. *How the laws of Physics lie*. Oxford: Oxford University Press, 1983..
- CHAPMAN, T. *Time: a philosophical analysis*. Londres: D. Reidel Publishing Company, 1982.
- CHIBENI, S. "A Inferência Abdutiva e o Realismo Científico". *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*. Série 3, 6 (1): 45-73, 1996.
- CHURCHLAND, P. "The ontological status of observables: in praise of the superempirical virtues." in P.M. CHURCHLAND and C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press, pp.35-47, 1985.
- DOWNES, S. "The Importance of Models in Theorizing: A Deflatory Semantic View" *Philosophy of Science Association*. 1992. Vol.1. pp.142-153.
- DUTRA, L. H; GHINS, Michel. "Realismo, Empirismo e naturalismo: o naturalismo nas filosofias de Boyd e Van Fraassen". 1993. 298 f Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas.
- DUTRA, L. H. "Van Fraassen e os Limites da Observabilidade." *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* 3 (1/2), 1993, pp. 133-150.
- DUTRA, L. H. "Ceticismo e Filosofia Construtiva" Manuscrito (CLE/Unicamp), XVI (1), 1993, pp. 37-62.
- DUTRA, L. H. "Ceticismo e Realismo Científico" Manuscrito (CLE/Unicamp), XIX (1), 1996, pp. 209-253.
- DUTRA, L. H. "O Realismo Científico de Claude Bernard" *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* 6 (1), 1996, pp. 29-44.
- DUTRA, L. H. *Introdução à Teoria da Ciência*. Florianópolis, Editora da UFSC, 1998.
- DUTRA, L. H. "Réalisme et fictionalisme chez Claude Bernard". *Dialogue* (Canadian Philosophical Association, Canadá), XXXVIII (4), 1999, pp. 719-742.
- DUTRA, L. H. *Verdade e Investigação: o Problema da Verdade na Teoria do Conhecimento*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 2001.

- FEYNMAN, R. Física em Seis Lições. Rio de Janeiro, Ed. Ediouro, 1999.
- FINE, A. "The Natural Ontological Attitude." In LEPLIN, J., ed. *Scientific Realism*. Berkeley: University of California Press. FINE, A. 1984.
- FINE, A. "And Not Anti-Realism Either", *Noûs* 18:51-65, 1986a.
- FINE, A. "Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science", *Mind*, 95, pp. 149-179. 1986.
- FINE, A. "Scientific Realism". In *Routledge Encyclopedia of Philosophy*. Ed. Edward Craig, Churchill College, Cambridge, UK, 1998.
- GIERE, R. "Construtive Realism". in P.M. CHURCHLAND & C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press, 1985.
- GREENE, B. O Universo Elegante. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- HACKING, I. *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- HACKING, I. "Do We See through a Microscope?" in P.M. CHURCHLAND & C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press, pp. 132-152, 1985.
- HANNA, J. F. "Empirical Adequacy." *Philosophy of Science* 50:1-34, 1983.
- HAWCKING, S. Uma breve história do tempo: do *Big Bang* aos buracos-negros. São Paulo: ed. Rocco. 1988.
- HAWCKING, S. O universo numa casca de noz. São Paulo: ed. Mandarim. 2001.
- HELLMANN, G. "Realist Principles", *Philosophy of Science*, 50, pp 227-49.
- HESSE, M. "Anti-Realist Philosophy of Science" *Nature* 289:207-208.
- HOOKER, C. A. "Surface Dazzle, Ghostly Depths: An Exposition and Critical Evaluation of van Fraassen's Vindication of Empiricism against Realism." in P.M. CHURCHLAND & C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press, 1985. pp. 153-196.



- HUMPHREYS, P. *Patrick suppes: scientific philosopher*/ edited by Paul Humphreys. v.1. Probability and probabilistic causality - v.2. Philosophy of physics, theory structure, and measurement theory - v.3. Language, logic, and psychology. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994-v.
- KUHN, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1970
- LACEY, H. *A linguagem do espaço e do tempo*. Trad. M. B. Oliveira. São Paulo: Perspectiva, 1972.
- LAUDAN, L. *Progress and Its Problems*. Berkeley: University of California Press, 1977.
- LAUDAN, L. "A confutatio of Convergent Realism", *Philosophy of Science* 48, pp. 19-49, 1981 (Reimpresso em Leplin (ed.). 1984, pp. 218-249.).
- LEPLIN, J. ed. *Scientific Realism*. Berkeley: University of California Press, 1984.
- MAXWELL, G. "The Ontological Status of Theoretical Entities." In FEIGL & MAXWELL (org.). *Scientific Explanation, Space and Time*. Minnesota Studies in Philosophy of Science, vol 3. Minneapolis: University of Minnesota Press: 3-27, 1962.
- MCMULLIN, E. "A Case for Scientific Realism". In LEPLIN, 1984. pp. 8-40.
- MERRIL, G. M. "Three Forms of Realism" in *American Philosophical Quarterly* 17, 229-35, 1982.
- MORGENBESSER, S. (org.) *Philosophy of Science Today*. New York: Basic Books, 1967.
- MUSGRAVE, A. "Realism versus Construtive Empiricism" in P.M. CHURCHLAND & C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press, 1985.
- NOLA, R. *Relativism and Realism in Science*. Dordrecht: Klumer, c1988. 299p
- NORTON, Bryan G. *Linguistic Frameworks and Ontology: A Reexamination of Carnap's Metaphilosophy*. The Hageie: Nouton, 1977.

- POOPER, K. *Conhecimento Objetivo*. Trad. de M. Amado. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.
- PUTNAM, H. *Reason, Truth and History*. Cambridge: Cambridge University Press. 1981.
- PUTNAM, H. "Three kinds of scientific realism" in *The Philosophical Quarterly*, 32, pp. 195-200, 1982.
- PUTNAM, H. "What is Realism?" in LEPLIN, 1984, pp. 140-153.
- QUINE, W. V. O. *Relatividade Ontológica e Outros Ensaios*. Trad. de O. Porchat Pereira e A. Loparic. In Ryle/Austin/Strawson/Quine, *Ensaio*. Col. Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1969.
- RAY. C. *Time, Space and Philosophy*. Londres: Routledge, 1992.
- REINCHERBACH, H. *The Philosophy of Space and Time*. (Trad. de Maria Reinchenbach e John Freud da edição original alemã publicada em 1927) New York: Dover, 1958.
- REINCHERBACH, H. *Modern Philosophy of Science*. New York: Humanities Press, 1959.
- RESCHER, N. *Scientific realism: a critical reappraisal*. Dordrecht: Reidel, c1987. 169p.
- RUSSELL, B. *ABC da Relatividade*. Rio de Janeiro: ed. Zahar Editores, 1981.
- SALMON, W. *The Foundations of Scientific Inference*. Pittsburgh: Phittsburgh University Press, 1967.
- SHAPER. "The concept of observation in science an philosophy" *Philosophy of Science*, 49: 485-525, 1982.
- SMART, J.J.C. "Difficulties for Realism in the Philosophy of Science" In Abstracts of Section Six, 2-3. *Proceedings of the Sixth International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Hanover, 1979.
- SMITH, P. *Realism and the Progress of Science*. Cambridge University Press. 1981.
- SUPPE, F. (Ed.) *The Structure of Scientific Theories*. Urbana: University of Illinois Press. 1974.

- SUPPE, Frederick. *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*. Urbana: University of Illinois, 1989.
- SUPPES, P. 1967. "O que é uma teoria científica". in MORGENBESSER (ed) 1979.
- SUPPES, P. "Models of Data", *Studies in Methodology and Foundations of Science*. Dordrecht: Reidel.
- SUPPES, P. *Models and methods in the philosophy of science: selected essays*. Dordrecht: Kluwer Academic, c1993.
- VAN FRAASSEN, B. C. "Capek on Eternal Recurrence", *Journal of Philosophy* 59, pp. 371-375. 1962.
- \_\_\_\_\_ "On the Extension of Beth's Semantics of Physical Theories", *Philosophy of Science* 37, pp. 325-334. 1970.
- \_\_\_\_\_ "Truth and Paradoxical Consequences" in R. MARTIN (ed.), *The Paradox of the Liar* (New Haven: Yale University Press), pp. 13-23. 1970.
- \_\_\_\_\_ *An Introduction to the Philosophy of Time and Space*, Random House, New York. 1970.
- \_\_\_\_\_ "A Formal Approach to the Philosophy of Science" in R. COLODNY (ed.), *Paradigms and Paradoxes: The Philosophical Challenge of the Quantum Domain*, (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1972), pp. 303-366. 1972.
- \_\_\_\_\_ "The Formal Representation of Physical Quantities", *Boston Studies in Philosophy of Science* 13 (1974), pp. 196-209. 1974.
- \_\_\_\_\_ "Theoretical Entities: The Five Ways", *Philosophia* 4 (1974), pp. 95-109. 1974.
- \_\_\_\_\_ "On the Radical Incompleteness of the Manifest Image (Comments on Sellars)", pp.335- 343 in F. SUPPE & P. ASQUITH, eds., *PSA 1976, Volume II* (Philosophy of Science Association, East Lansing, 1977), pp. 335-343. 1976.
- \_\_\_\_\_ "Time, Physical and Experiential", *Epistemologia* 1 (1978), pp. 323-338. 1978.

- \_\_\_\_\_ *The Scientific Image*. Oxford: Oxford University Press. 1980a
- \_\_\_\_\_ "Critical Study: Paul Churchland, Scientific Realism and the Plasticity of Mind", *Canadian Journal of Philosophy*, 11 (1981), 555-567. 1981.
- \_\_\_\_\_ "Empiricism in the Philosophy of Science" pp. 245-308 in P.M. CHURCHLAND & C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press. 1985.
- \_\_\_\_\_ "The Semantic Approach to Scientific Theories" in N.J. NERSESSIAN (ed.) *The Process of Science*. Dordrecht: Martinus Nijhoff. 1987.
- \_\_\_\_\_ "Symmetry Arguments in Science and Metaphysics", pp. 385-409 in W. DEPPERT (ed.), *Exact Sciences and Their Philosophical Foundations* (Frankfurt: Verlag Peter Lang. 1988.
- \_\_\_\_\_ *Laws and Symmetry*. Oxford University Press. 1989.
- \_\_\_\_\_ "Time in physical and narrative structure", pp. 19-37 in J.BENDER & D. E. WELLBERY (eds.) *Chronotypes: The Construction of Time*. Stanford: Stanford University Press. 1991.
- \_\_\_\_\_ *Quantum Mechanics: An Empiricist View*. Oxford University Press. 1991.
- \_\_\_\_\_ "From vicious circle to infinite regress, and back again"; pp. 6-29 in D. HULL, M.FORBES, & K. OHKRUHLIK (eds.) PSA 1992, Vol. 2 (*proceedings of the Philosophy of Science Association Conference*, Nov. 1992) Northwestern University Press. 1993.
- \_\_\_\_\_ "Gideon Rosen on constructive empiricism", *Philos. Studies* 74 (1994), 179-192. 1994.
- \_\_\_\_\_ "The World of Empiricism", pp. 114-134 in Jan HILGEVOORT (ed.) *Physics and Our View of the World*. Cambridge University Press. 1994.
- \_\_\_\_\_ "Putnam's Paradox: Metaphysical Realism Revamped and Evaded", *Philosophical Perspectives*, vol. 11 (Boston: Blackwell, 1997), pp. 17-42. 1997.
- \_\_\_\_\_ "Elgin on Lewis' Putnam's Paradox", *Journal of Philosophy* 94 (1997), 85-93. 1997.

\_\_\_\_\_ "Structure and perspective: philosophical perplexity and paradox", pp. 511-530 in M. L. DALLA CHIARA et al. (eds.) *Logic and Scientific Methods*. Dordrecht: Kluwer. 1997.

\_\_\_\_\_ "The theory of tragedy and of science: does nature have narrative structure?" pp. 31-59 in D. SFENDONI-MENTZOU (ed.) *Aristotle and Contemporary Science*, vol 1. New York: Peter Lang. 2000.

\_\_\_\_\_ "Construtive Empiricism Now". *Contributed to a symposium at the American Philosophical Association, Pacific Division, Albuquerque, 2000*. Documento disponível no endereço eletrônico: <http://webware.princeton.edu/vanfrass/mss/APA-Albuqu2.htm> (acessado em 18/10/01). 2000.

VOLLMER, S. "Two kinds of observation: why van Fraassen was right to make a distinction, but made de wrong one" in *Philosophy of Science* 67(2000) No.3, p. 355-365, 2000

VON HEIMENDAH, M. *Electron Microscopy of Materials*. (introdução) 1980.

WEYL, Herman. *The Theory of Gorups and Quantum Mechanics*. New York: Dover,1931.

WILSON, M. "What Can Theory Tell Us About Observation?" in P.M. CHURCHLAND & C.A. HOOKER (eds.) *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply by Bas C. van Fraassen*. University of Chicago Press, pp. 222-242, 1985.

WORRALL, J.. "An Unreal Image" *The British Journal for the Philosophy of Science* 35, pp. 65-80, 1984.

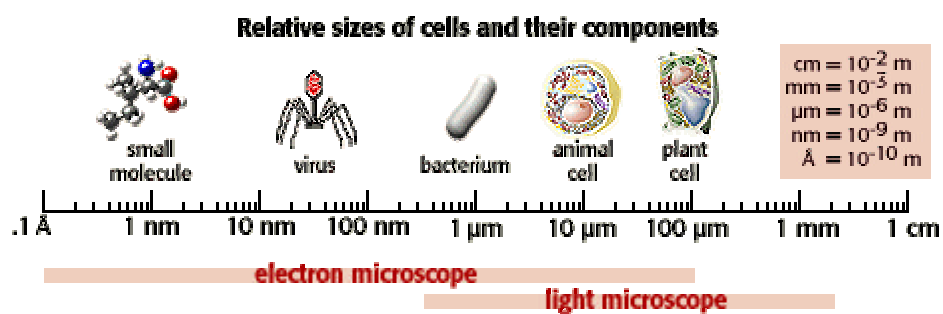
WORRALL, John. *The ontology of science / edited by John Worrall*. (The international research library of philosophy; 10); Aldershot: Dartmouth, 1994.

## ANEXOS

**Tabela 1.** Poder de resolução: Tamanho de células e de seus componentes, desenhados em escala logarítmica, indicando a faixa de objetos que podem ser propriamente visualizados a olho nu e “através” de microscópios óptico e eletrônico.

Átomo	Moléculas	Proteínas	Vírus/Ribossomo	Bactéria	Cél Animal	Cél Vegetal		
0.1nm	1nm	10nm	100nm	1µm	10µm	100µm	1mm	1cm
Microscópio Eletrônico				Microscópio Óptico				
						Olho Nu		

Figura referente à tabela acima, inclusive com a descrição das medidas usadas em biologia celular:



**Figura 2:** representação da escala de tamanho de algumas estruturas:

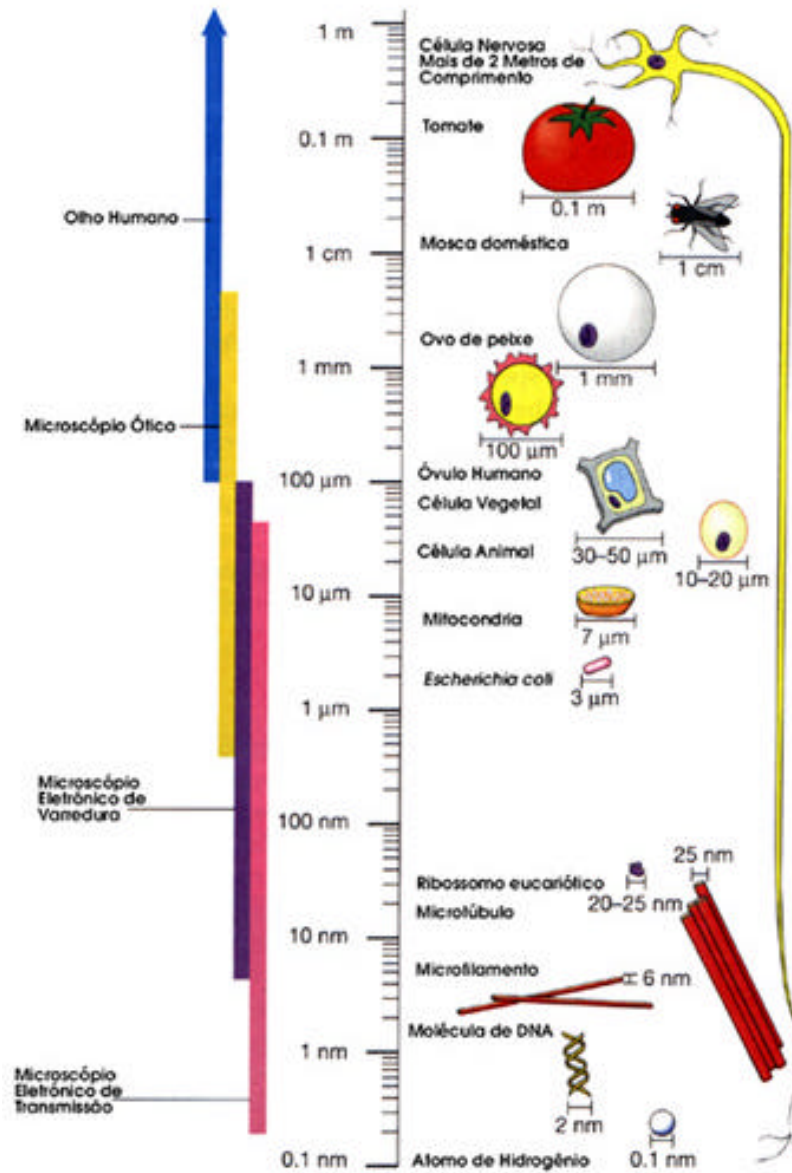
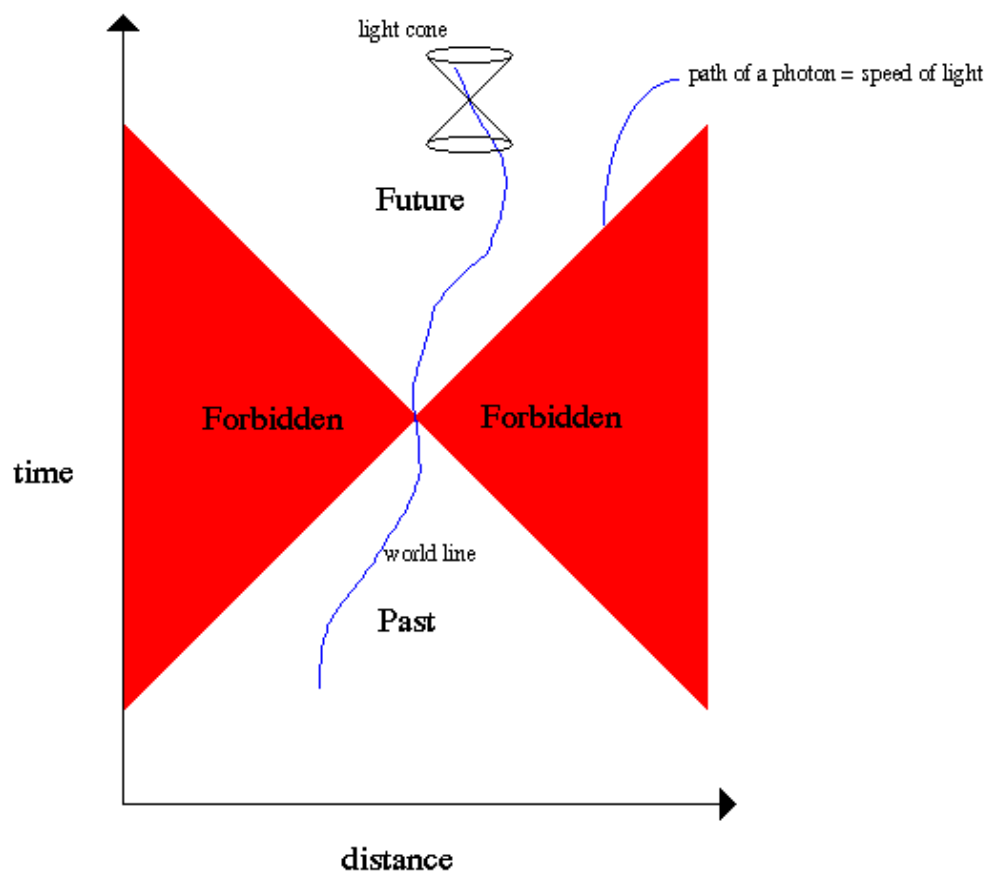


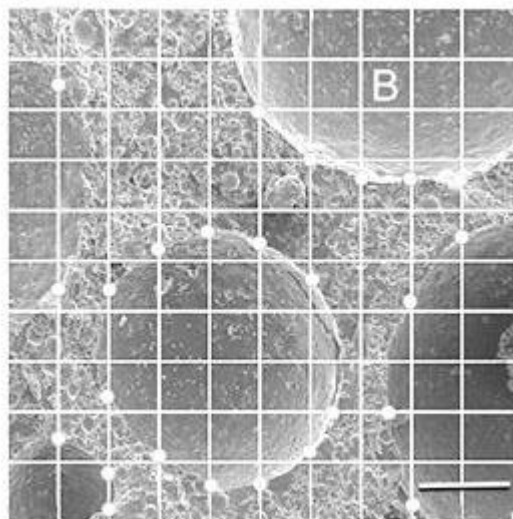
Figura 3: Representação gráfica dos Cones de Luz no Espaço-Tempo:

Light Cones

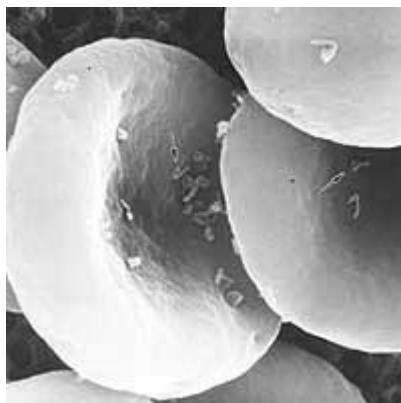
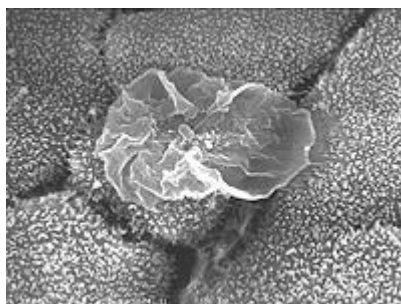
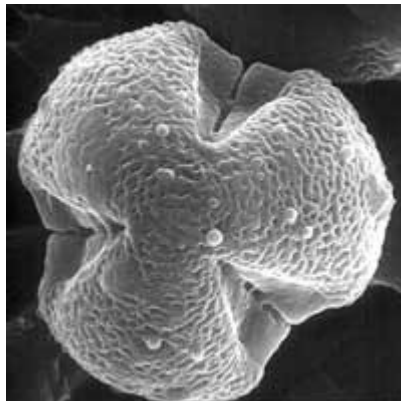




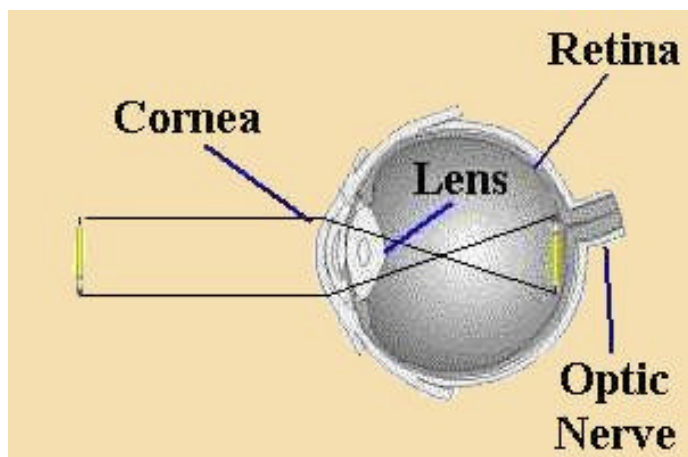
**Figura 4:** Grade usada em microscopia



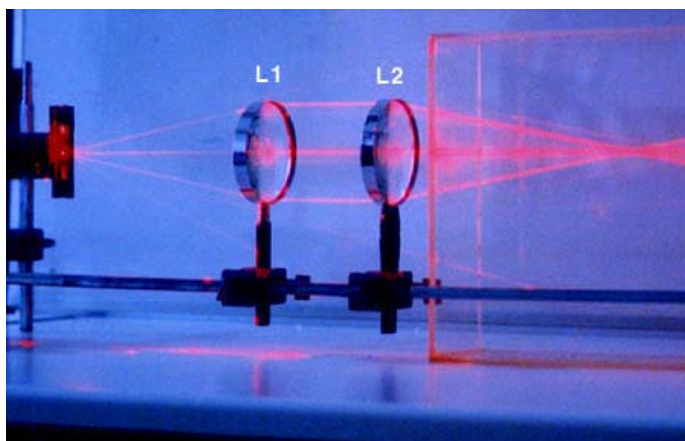
**Figura 5:** Images geradas a partir de microscopia eletrônica, respectivamente: grão de pólen, salmonela induzindo fagocitose nas células da pele, ataque de vírus a glóbulos vermelhos, e um dinoflagelado.



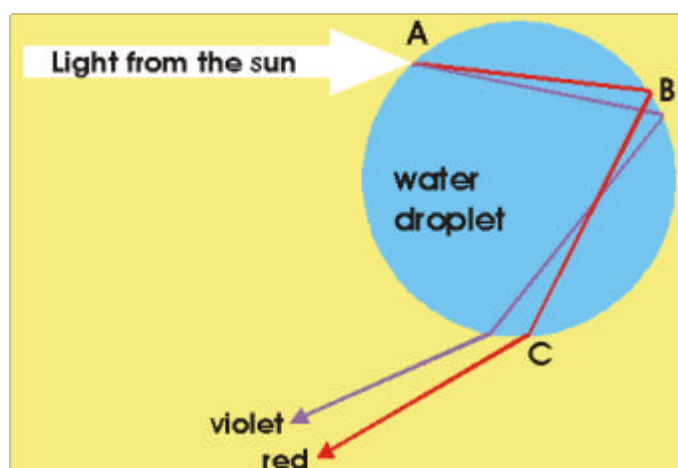
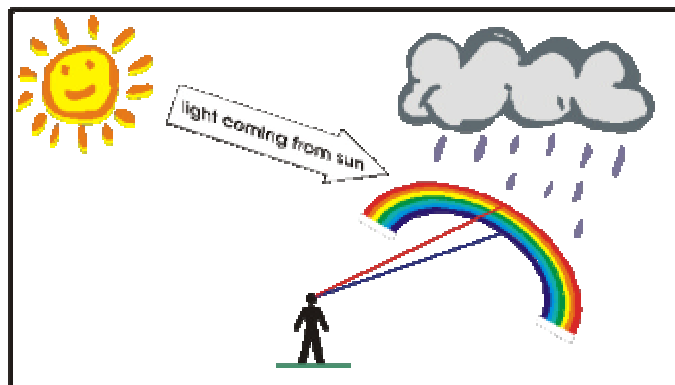
**Figura 6:** formação da imagem de um objeto na retina



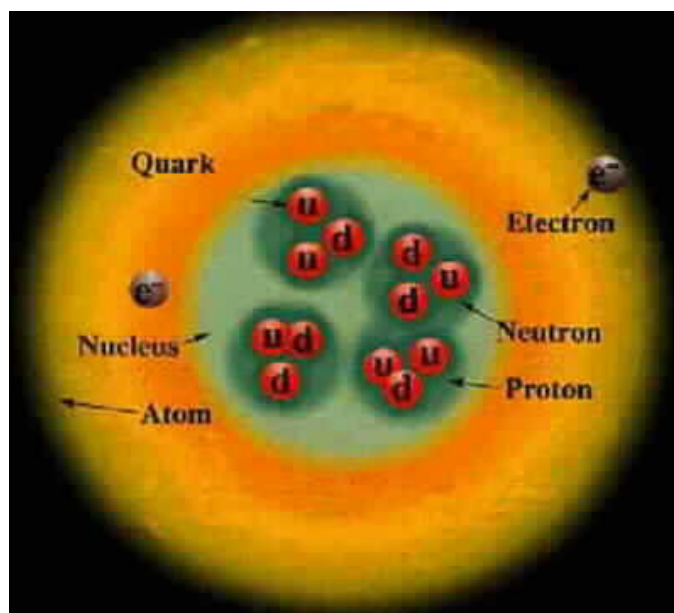
**Figura 7:** funcionamento de lentes (L2 semelhante à lente ocular humana):



**Figura 8:** explicação da formação da imagem chamada arco-íris.



**Figura 09:** atual modelo da estrutura atômica.



**Figura 10:** mapa conceitual referente ao capítulo 3.

