

O EMPIRISMO CONSTRUTIVO, OS MESOSSOMOS E OS MICROSCÓPIOS

Alessio Gava¹

RESUMO: É bastante comum, ainda mais entre cientistas e técnicos de laboratório, considerar os microscópios - não apenas aqueles óticos - como um meio de ampliar o alcance do limitado sistema sensorial humano e poder ver entidades que, diversamente, seriam inobserváveis. Uma notória exceção é constituída pela opinião de Bas van Fraassen, um importante e conhecido filósofo da ciência contemporâneo, o qual encara tais instrumentos como 'engenhos de criação' de imagens, recusando a metáfora da 'janela para o inobservável'. Neste trabalho será apresentada a posição do autor holandês, no quadro do debate entre realistas e antirrealistas em filosofia da ciência, e será mostrado que, apesar de tratar-se de uma perspectiva peculiar e isolada, não aparenta falhas ou contradições, pelo menos de um ponto de vista estritamente lógico. O caso do mesossomo, uma invaginação da membrana que se forma em células bacterianas quando preparadas (para microscopia eletrônica) por fixação química, é particularmente instrutivo nesse sentido.

Palavras-chave: antirrealismo, mesossomo, microscópio, observação, van Fraassen.

ABSTRACT: Microscopes - not only the optic ones - are commonly considered, particularly by scientists and laboratory technicians, as devices that allow to widen the scope of our limited sensory system and see entities that would otherwise be unobservable. A notorious exception is Bas van Fraassen's interpretation. This important and well-known philosopher of science sees these instruments as 'engines of creation' (of images), thus rejecting the 'window onto the unobservable world' metaphor. In this paper I will present, under the perspective of the realism/anti-realism debate in philosophy of science, the Dutch author's position and show that, despite being a peculiar and isolated stand, it does not exhibit flaws or contradictions - from a strictly logical point of view, at least. The case of the mesosome, a folded invagination in the plasma membrane of bacteria that is produced by chemical fixation (for electron microscopy), is particularly instructive in this respect.

Keywords: anti-realism, mesosome, microscope, observation, van Fraassen.

¹ Mestre e Doutor em Lógica e Filosofia da Ciência pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG – Belo Horizonte). Professor de Matemática junto à Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR – campus Apucarana). Contato: alessiogava@yahoo.it

Como bem se sabe, vivemos em uma época fortemente condicionada pela tecnologia, na qual as pessoas se utilizam cada vez mais de aparelhos eletrônicos e de outra natureza, para as mais variadas finalidades. No caso da ciência, essa realidade constitui a rotina cotidiana de técnicos e pesquisadores, há décadas. Em filosofia da ciência existe uma vasta literatura sobre o uso de aparelhos, particularmente quando esses são utilizados com o intuito de ampliar o alcance dos nossos sentidos, para - assim pelo menos se expressam geralmente os cientistas - observar entidades que, diversamente, ficariam além das nossas possibilidades de acesso direto.

Nos anos 50 do século passado, George Chapman e James Hiller detectaram, por meio de um microscópio eletrônico, uma estrutura nas células bacterianas que foi sucessivamente batizada de ‘mesossomo’.

Imagens de mesossomos foram produzidas pelos microscopistas eletrônicos desde a década de 50 até meados da década de 70. Centenas de trabalhos contendo resultados experimentais, que descrevem a estrutura, a função e a bioquímica dos mesossomos, apareceram em revistas conceituadas. Depois de 1975, todavia, a visão da comunidade dos microbiólogos mudou: os mesossomos deixaram de ser considerados como organelas celulares e concluiu-se, diversamente, que se trata de artefatos resultantes do processo de preparação das bactérias para a investigação por meio do microscópio eletrônico; e essa visão persiste ainda hoje (Hudson 2014, 55, tradução nossa).

O filósofo holandês Bas van Fraassen, que nos anos 80 propôs uma célebre visão da ciência e de seus objetivos, o *empirismo construtivo*, provavelmente gostaria do relato sobre o mesossomo que acabou de ser apresentado. Na opinião dele, com efeito, *detectar* deve ser distinguido de *observar*: “Uma olhada dada através de um microscópio não nos permite observar diretamente um paramécio, mas somente observar *uma imagem* de um paramécio, ou *detectar* um paramécio” (Contessa 2006, 456, tradução nossa).²

Segundo van Fraassen, notoriamente, a melhor maneira para entendermos o papel dos microscópios na ciência é aquela – que vale para todos os instrumentos

² Evidentemente, uma importante diferença entre ‘observar’ e ‘detectar’, que subjaz à distinção operada pelo filósofo holandês, é que, de acordo com esse, o primeiro é um verbo factivo, enquanto o segundo não. Isso permite a van Fraassen admitir detecções de mesossomos e partículas subatômicas sem com isso comprometer-se com a existência dos mesmos, o que é essencial, como veremos a seguir, para a sua posição filosófica.

– de vê-los como ‘engenhos de criação’ de novos fenômenos observáveis, a serem salvos pelas teorias, e não como uma ‘janela para o inobservável’ (cf. van Fraassen 2001, 154-155 e 2008, 100). O trecho acima do recente livro de Robert Hudson sobre a questão da observação parece estar em sintonia com o pensamento de van Fraassen acerca dos microscópios: são aparelhos que servem para produzir imagens e não para ampliar o alcance de nossos sentidos.

Trata-se, evidentemente, de uma posição polêmica e, aparentemente, contrária ao bom senso, pelo menos levando em consideração o fato de que o próprio van Fraassen acredita existir uma diferença crucial entre microscópios e telescópios. Microscópios e telescópios óticos, por exemplo, são construídos tendo como base as mesmas leis físicas, ainda assim o filósofo holandês, que nega ser possível realizar observações utilizando-se dos primeiros, acredita ser possível fazê-lo por meio dos segundos: “Dar uma olhada nas luas de Júpiter através de um telescópio me parece ser um caso claro de observação, uma vez que, sem dúvida, os astronautas vão ser capazes de vê-las também de perto” (van Fraassen 2007, 41).

Independentemente dessa aparente contradição, importantes filósofos contemporâneos defenderam a possibilidade de se realizar observações através de microscópios enfatizando, entre outros, o aspecto fenomenológico (cf. Teller 2001, 129-134 e Alspector-Kelly 2004). Marc Alspector-Kelly, por exemplo, na década passada escreveu: “a sensação de que realmente está se olhando para algo real quando se olha para uma célula através do microscópio, permanece *fenomenologicamente irresistível*” (Alspector-Kelly 2004, 336, tradução e ênfase nossas). Existem, contudo, outros argumentos, provavelmente mais fortes e eficazes do que aquele fenomenológico, para a defesa da ideia de que utilizar-se de um microscópio (ótico, pelo menos) para detectar um protozoário não é diferente de usar um binóculo para ver melhor a catedral que enxergo da janela do quarto.³ Em outras palavras, há ótimos motivos, além do senso comum, para acreditar que seja possível realizar *observações* por meio de um microscópio.

Mas por que van Fraassen assume uma posição tão radical (e peculiar) acerca desse instrumento tão conhecido e tão utilizado não somente pelos cientistas, mas também nos laboratórios de muitas escolas no mundo inteiro? O autor holandês é um defensor da tese conhecida como ‘antirrealista’, em filosofia da ciência. Segundo os antirrealistas, as possibilidades de conhecimento humano

³ Entre eles, o ‘argumento do acesso múltiplo’ (cf. Hacking 1981), o conceito de ‘evidência visual’ (cf. Bueno 2011), aquele de ‘acesso epistêmico robusto’ (cf. Azzouni 2004), etc.

limitariam-se apenas àquilo que é diretamente observável. Indução e inferências ampliativas, notoriamente problemáticas, são rejeitadas.

Essa seria, na opinião de van Fraassen, uma consequência direta do endossar o empirismo (cf. Chibeni 1997, 259). A motivar a ‘escolha’ do fundador do empirismo construtivo é, pois, a identificação, tipicamente empirista, entre observabilidade e inteligibilidade.⁴ Na perspectiva empirista, a fonte e o fundamento do conhecimento, a *observabilidade*, coincidiria com, ou determinaria, extensão e alcance do conhecimento, a *inteligibilidade*. O empirismo construtivo proposto pelo autor holandês se apresenta assim como uma tese epistemológica onde antirrealismo e empirismo, apesar de a rigor constituírem pontos de vista sobre questões diferentes, se sobrepõem e se confundem, o que explica o fato que na literatura recente, e no uso de van Fraassen, os dois termos são utilizados como sinônimos.⁵

Consequência de tudo isso é que o empirismo construtivo assevera ser ‘salvar os fenômenos’ o objetivo das teorias científicas - ou seja, descrever corretamente coisas e eventos observáveis no mundo -, segundo o antigo ditado,⁶ recusando, ao mesmo tempo, qualquer excesso na busca de uma explicação daquilo que ‘está por trás’; pois o único resultado disso é uma ‘inflação metafísica’, que van Fraassen considera totalmente desnecessária. Tanto que o autor holandês chegou até a escrever: “o que as ciências falam acerca das partes observáveis do mundo é verdadeiro, o resto não interessa” (VAN FRAASSEN 2005, 111, tradução nossa).⁷

⁴ Segundo Michael Luntley, por exemplo, no núcleo da epistemologia instrumentalista das primeiras décadas do século XX encontrava-se uma identificação entre inteligibilidade e observabilidade (cf. Luntley 1982, 248).

⁵ Segundo Silvio Chibeni, realismo e antirrealismo são duas posições epistemológicas cuja distinção é ortogonal àquela entre empirismo e racionalismo. A primeira distinção tem a ver com a questão da extensão ou dos limites do conhecimento, já a segunda se dirige à questão dos seus fundamentos, ou justificação. O filósofo brasileiro acusa van Fraassen de não traçar uma distinção explícita entre empirismo e antirrealismo e acrescenta que, infelizmente, “a literatura recente mostra acentuada tendência para confundir essas duas doutrinas” (Chibeni 1997, 260).

⁶ Gerar teorias que sejam capazes de inserir nossas observações em uma armação conceitual coerente e informativa, de maneira a representar fielmente a parte observável do mundo, constituiria, justamente, o próprio objetivo da ciência, na opinião de van Fraassen (cf. van Fraassen 2007, 33-34).

⁷ Isso não deve levar a pensar que ele defenda algum tipo de ‘eliminativismo’ com relação à parte não observacional das teorias. A frase citada simplesmente mira enfatizar a ideia de que as teorias devem ‘salvar os fenômenos’ e não fornecer-nos descrições da realidade em termos de causas recônditas ou entidades e processos inobserváveis.

Fica assim evidente que, como é notório para quem conhece a obra do filósofo holandês, o empirismo construtivo está fundamentado na possibilidade de discriminar, no interior de uma teoria científica, entre entidades observáveis e entidades inobserváveis. As primeiras deveriam ter um correspondente no mundo (seu aspecto diretamente acessível ao nosso sistema sensorial), se a teoria for ‘empiricamente adequada’, já as segundas são postulações acerca das quais a atitude mais prudente seria aquela agnóstica.

“A essência da controvérsia entre realistas e antirrealistas concerne à possibilidade de se haver conhecimento do inobservável e essa possibilidade é contrastada de modo mais forte por várias formas de empirismo” (Chakravartty 2007, xiii, tradução nossa), escreve Anjan Chakravartty. O empirismo construtivo é sem dúvida uma dessas vertentes.

Ora, o fato de van Fraassen manter uma postura ‘cética’ em relação às detecções realizadas por meio de um microscópio não significa que esse assunto constitua necessariamente uma frente da disputa entre realistas e antirrealistas, como às vezes, na literatura, parece ao invés ser implícito. Com efeito, autores importantes, como o filósofo brasileiro Otávio Bueno, acreditam ser possível endossar o empirismo construtivo mesmo admitindo que alguns tipos de microscópio, não apenas aquele ótico, permitem de fato ampliar o alcance do sistema sensorial humano. A abrangência dos nossos sentidos, pois, não pode ser estendida indefinidamente: “Há diversos tipos de objetos que devido, por exemplo, a seu tamanho não podem ser observados, mesmo com o auxílio de instrumentos. Os elétrons e os quarks encontram-se claramente nessa categoria” (Bueno 2011, 285).

Com isso, sempre existirá uma linha divisória entre observável e inobservável, o que significa que o ponto do empirismo construtivo continua válido, mesmo se tal fronteira estiver posicionada diferentemente de onde van Fraassen acredita que esteja. O próprio filósofo holandês está ciente disso, conforme afirmou claramente em seu último livro:

O que dizer da distinção observável/inobservável, então? O ponto principal da nossa discussão não será muito afetado por onde exatamente a linha é traçada. Eu traço a linha desse lado das coisas que somente aparecem em imagens de um microscópio ótico, mas não me preocuparei muito se vocês escolherão fazer assim com relação somente, por exemplo, ao microscópio eletrônico. Afinal, microscópios óticos não nos revelam muita coisa acerca do cosmo, independentemente de quão verídicas ou precisas sejam suas imagens. *O ponto do empirismo construtivo não é perdido se a linha é traçada de alguma maneira diferente de*

como eu a traço. O ponto seria perdido somente se traçar tal linha não fosse considerado relevante para o nosso entendimento da ciência (van Fraassen 2008, 110, tradução nossa).

Isso significa, evidentemente, que van Fraassen poderia tranquilamente admitir que o microscópio ótico é sim uma ‘janela para o inobservável’ - e não um ‘engenho de criação’ (de imagens) -, sem que isso pudesse ser considerado uma concessão aos realistas e, principalmente, sem que isso ameaçasse a visão da ciência e de seus objetivos que ele defende. Mas por que, então, manter uma posição tão controversa acerca do uso de instrumentos na ciência?

Um motivo, não muito ‘filosófico’, poderia ser o gosto pela polêmica que às vezes parece transparecer nos escritos de van Fraassen. Mas deixando isso de lado, vale lembrar que o filósofo holandês tem contribuído de modo importante inclusive no âmbito da lógica, particularmente nos anos 70. Ora, assumindo um ponto de vista lógico, se nós admitirmos, como faria um empirista (ainda que nem todas as correntes empiristas sejam unânimes em relação a isso), que as ‘entregas’ de nosso aparelho perceptivo constituem o ponto de partida para nosso conhecimento da realidade exterior e que, quando o microscópio ótico foi inventado, seu funcionamento foi comprovado comparando a visão através dele com aquela ‘normal’,⁸ talvez isso explique porque, segundo van Fraassen, no caso do telescópio haveria como comprovar *empiricamente* – no sentido que Martin Kusch parece atribuir a esse advérbio, como significando ‘sem mediação de algum instrumento’ (cf. Kusch 2013, 13) – a veracidade das imagens obtidas, trataria-se ‘apenas’ de empreender uma viagem interplanetária, enquanto o mesmo não poderia ser realizado no caso do microscópio.

⁸ “Nós confiamos naquilo que vemos através de um telescópio de baixa resolução porque seu domínio de aplicação se sobrepõe àquilo que podemos ver sem ajuda (...). Eu vejo minha esposa ali no campo e, quando aponto o telescópio para lá, aí ela está de novo, só que maior e mais definida” (Humphreys 2004, 18, tradução nossa). Foi assim que, na época, Galileu ‘demonstrou’ que seu *cannocchiale* funcionava e que, por conseguinte, estava justificado em sua crença de que as detecções realizadas por meio de tal instrumento eram confiáveis (e que, portanto, tratava-se de fato de *observações*, apesar de que, obviamente, Galileu não colocou a questão nesses termos ‘fraassenianos’). O mesmo, evidentemente, aconteceu (e ainda acontece) com o microscópio ótico. Esse modo de proceder faz parte, segundo Paul Humphreys, do ideal do empirismo tradicional de considerar observadores humanos (sem a mediação de instrumentos) como referência para a calibração inicial (cf. 2004, 20). Ainda assim, o uso da locução ‘ponto de partida’, no caso do empirismo construtivo, deve ser tomada *cum grano salis*, pois poderia levar a pensar que van Fraassen é um fundacionalista, enquanto ele nega explicitamente a possibilidade de uma epistemologia fundacionalista (cf. van Fraassen 1992, 6).

Por isso, van Fraassen prefere dizer que aquilo que se vê por meio de um microscópio é uma imagem, que poderia até ser uma imagem de algo real, assim como acontece no caso do reflexo de uma árvore na água (cf. van Fraassen 2001, 160), mas nesse caso não há como sabê-lo – diferentemente de, como foi dito, quando se observa uma lua de Júpiter por meio de um telescópio, que os astronautas poderiam chegar a ver de perto, um dia.⁹

Ora, se ele de fato reservasse o mesmo tratamento a todos os instrumentos óticos, telescópios incluídos, então talvez sua posição pudesse ser considerada coerente e ‘empiricamente adequada’ - ainda que isolada e, aos olhos de muitos, um pouco bizarra. Limitadamente aos microscópios, todavia, ela parece ser consistente.

Consideremos o caso do mesossomo, apresentado na abertura deste trabalho. Quando foi detectado pela primeira vez, nos anos 50, não havia até então hipóteses ou teorias que contemplassem a sua existência. Nos anos 60, após várias detecções dessa ‘invaginação da membrana plasmática’, a hipótese mais acreditada passou a ser aquela de que o mesossomo era de fato uma organela celular. Qual seria a postura correta, segundo a filosofia da ciência, frente a teorias biológicas que postulassem a existência do mesossomo?

Se uma teoria funciona, é aceita e utilizada comumente e é fruto de uma ciência ‘madura’, então, segundo os realistas, teríamos boas razões para acreditar nela. Isso significa acreditar na existência das entidades que a teoria descreve, sejam elas diretamente observáveis ou não.¹⁰ Nos anos 60, portanto, provavelmente, os realistas acreditavam que o mesossomo fosse uma organela celular (recentemente descoberta). Como se comportaria um antirrealista?

⁹ Conquanto, por coerência, o filósofo holandês deveria então considerar que inclusive no caso do telescópio aquilo que se vê é uma imagem e não (diretamente) um astro. Assim como afirma a propósito de microscópios e reflexos na água.

¹⁰ De modo bastante arguto, Chakravartty escreve que, segundo alguns, “há tantas versões do realismo científico quantos são os realistas científicos. Mas essa é, presumivelmente, uma estimativa conservativa! Há, provavelmente, tantas versões do realismo científico quantos são os realistas e os antirrealistas” (Chakravartty 2007, xii, tradução e ênfase nossas). Com efeito, acreditar na existência das entidades postuladas por uma teoria aceita *tout court* é próprio do chamado ‘realismo ingênuo’ e hoje em dia é difícil encontrar defensores dessa versão tão ‘ortodoxa’ do realismo. Contudo, nos anos 60, a situação não era essa, e certamente não é errado pensar que, pelo menos naquela época, havia autores que se consideravam realistas e pregavam a crença na existência do mesossomo. A situação não é muito diferente, do lado antirrealista. Existem ‘vários antirrealismos’, até versões bem distantes uma da outra. Neste caso, todavia, levaremos em conta apenas o antirrealismo *à la* van Fraassen, pois estamos interessados em discutir a posição desse quanto aos instrumentos óticos e não as várias versões e nuances de realismo e antirrealismo – que são mesmo muitas!

Deixando de lado o fato de existir várias vertentes antirrealistas, vamos considerar um ponto de vista ‘fraasseniano’, talvez o mais moderado entre ‘os vários antirrealismos’. Pois, como foi visto, o filósofo holandês considera mais adequado ‘suspender o juízo’ acerca da existência das entidades, entre aquelas postuladas por uma teoria aceita, às quais não temos acesso através da percepção; e não negá-la.

Se na época tivesse algum empirista construtivo ‘liberal’ (vamos chamar assim os empiristas construtivos que, como Bueno, admitem ser possível realizar observações com quase todos os tipos de microscópio em uso), esses provavelmente teriam admitido a existência do mesossomo e acreditado tratar-se de uma parte da estrutura das células bacterianas, assim como os realistas. Ainda assim, diferentemente desses, não teriam considerado como possivelmente verdadeiras *tout court* as teorias biológicas que contemplassem tal organela e sim julgado que essas aparentavam ser ‘apenas’ empiricamente adequadas, a saber, verdadeiras somente acerca dos observáveis.

Um empirista construtivo que, diversamente, endossasse por completo o antirrealismo de van Fraassen (ou seja, que mantivesse a mesma postura do filósofo holandês inclusive em relação aos instrumentos e à função desses), teria suspenso o juízo acerca da existência do mesossomo, mas ainda assim afirmado a (possível) adequação empírica das teorias biológicas que contemplassem a existência dele, pois os microscópios produziam imagens que poderiam muito bem ter sido de tal organela.

E uma década depois? “Conquanto não fosse possível chegar a uma conclusão definitiva, em algum momento em torno de 1975 (...), a opinião da maioria passou a ser de que [o mesossomo] era um artefato” (Rasmussen, 1993, 255, tradução nossa). Assim, (quase) ninguém mais acreditou serem (possivelmente) verdadeiras as teorias que postulavam o mesossomo como parte da estrutura das células bacterianas – e hoje em dia, ao que parece, ninguém mesmo o faz. E o que dizer da suposta adequação empírica delas?

Um empirista construtivo ‘liberal’ teria se alinhado aos realistas e, pelo fato de tais teorias não serem verdadeiras acerca dos observáveis (já que esse considera o mesossomo observável) - em outras palavras, empiricamente inadequadas -, as teria rejeitado.

Já um ‘fraasseniano ortodoxo’, alguém poderia pensar, teria continuado a defender a (aparente) adequação empírica de tais teorias, pois essas prevêm a produção, por parte de um microscópio eletrônico, de imagens que correspondem *in toto* àquelas efetivamente obtidas graças a esses aparelhos.

Acontece que a opinião geral sobre o mesossomo mudou, apenas uma década após as primeiras detecções, em particular pelo fato de os cientistas se terem dado conta de que tal estrutura somente era encontrada em células bacterianas preparadas por fixação química, mas não em células que passavam, diversamente, por crio-fixação. Isso teria levado até quem endossasse o antirrealismo de van Fraassen *tout court* a negar a adequação empírica das teorias que postulassem o mesossomo como parte da célula, pois, se esse fosse efetivamente uma organela, deveria então ser possível detectá-lo independentemente do método de fixação utilizado.

O que se depreende de tudo isso - e outros exemplos poderiam ser apresentados, mas a conclusão continuaria sendo a mesma - é que, caso alguém queira criticar a posição de van Fraassen acerca dos microscópios e daquilo que esses aparelhos nos permitem realizar, deve fazê-lo mediante argumentos que não sejam estritamente lógicos (mas existem vários e muito eficazes, conforme foi mencionado anteriormente), pois não parece haver falhas no raciocínio desse e no modo como um empirista construtivo 'ortodoxo' se comportaria frente aos resultados obtidos ao utilizar-se de tais instrumentos.

É evidente, ademais, que ninguém poderia limitar-se a dizer "não faz sentido!", pois, mesmo que se trate de um ponto de vista peculiar e isolado, não apresenta nenhuma falácia ou contradição. É necessário, portanto, para refutar a visão de van Fraassen, adotar uma perspectiva mais ampla, na qual a filosofia tem muito a dizer, e empreender uma análise do significado do verbo 'observar'. Apesar de o autor holandês afirmar que de tal questão deveriam ocupar-se apenas os cientistas e não os filósofos,¹¹ com efeito, deveria na verdade ser a filosofia - e não a ciência - a ter a última palavra, pois inevitavelmente nesse assunto seriam discutidos, entre outras coisas, princípios, critérios e postulações que não fazem parte de nenhuma teoria.

Vale fechar relevando que, apesar de suas declarações, na verdade o próprio van Fraassen implicitamente (e inconscientemente?) admite isso, pois olhar criticamente para o trabalho dos cientistas, de um ponto de vista 'externo' (e 'privilegiado'), tecer considerações e chegar a conclusões diferentes daquelas que esses afirmariam, como ele o faz, nada mais é do que *fazer filosofia*.

¹¹ "Se alguém quiser fixar as opiniões acerca daquilo que é observável, o encorajaria a valer-se da fisiologia e da psicologia, e das ciências empíricas em geral, e a evitar de dirigir-se aos filósofos" (van Fraassen 1992, 20, tradução nossa).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSPECTOR-KELLY, Marc. Seeing the unobservable: van Fraassen and the limits of experience. **Synthese**, s.l., v. 140, n. 3, p. 331-353, jun. 2004.

AZZOUNI, Jody. **Deflating Existential Consequence. A Case for Nominalism**. New York: Oxford University Press, 2004.

BUENO, Otávio. A evidência visual na ciência. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 267-90, 2011.

CHAKRAVARTTY, Anjan. **A Metaphysics for Scientific Realism. Knowing the Unobservable**. New York: Cambridge University Press, 2007.

CHIBENI, Silvio Seno. Realismo Científico Empirista? **Principia**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 255-269, 1997.

CONTESSA, Gabriele. Constructive Empiricism, observability, and three kinds of ontological commitment. **Studies in History and Philosophy of Science**, s.l., n. 37 (3), p. 454-468, 2006.

FRAASSEN, Bas C. van. [1980]. **A Imagem Científica**. Trad. de Luiz Henrique de Araújo Dutra. São Paulo: Editora UNESP / Discurso Editorial, 2007.

_____. From vicious circle to infinite regress, and back again. **Philosophy of Science Association Proceedings**, s.l., v. 2, p. 6-29, 1992.

_____. Constructive Empiricism now. **Philosophical Studies**, s.l., n. 106 (1-2), p. 151-170, 2001.

_____. The day of the dolphins. Puzzling over epistemic partnership. In: IRVINE, A.; PEACOCK, K. (eds.), **Mistakes of Reason: Essays in Honour of John Woods**. Toronto: University of Toronto Press, 2005, p. 111-133.

_____. **Scientific Representation: Paradoxes of Perspective**. Oxford: Clarendon Press, 2008.

HACKING, Ian. Do We See Through a Microscope?, **Pacific Philosophical Quarterly**, s.l., v. 62, n. 4, p. 305-322, 1981.

HUDSON, *Robert*. **Seeing Things: The Philosophy of Reliable Observation**. Oxford: Oxford University Press, 2014.

HUMPHREYS, Paul. **Extending Ourselves. Computational Science, Empiricism, and Scientific Method**. New York: Oxford University Press, 2004.

KUSCH, Martin. Microscopes and the Theory-Ladenness of Experience in Bas van Fraassen's Recent Work. http://www.academia.edu/2542922/Microscopes_and_the_Theory-Ladenness_of_Experience_in_Bas_van_Fraassens_Recent_Work. Último acceso em: 02 jan. 2013.

LUNTLEY, Michael. Verification, Perception, and Theoretical Entities. **The Philosophical Quarterly**, s.l., v. 32, n. 128, **Special Issue: Scientific realism**, p. 245-261, jul. 1982.

RASMUSSEN, Nicolas. Facts, Artifacts, and Mesosomes: Practicing Epistemology with the Electron Microscope. **Studies in History and Philosophy of Science**, s.l., v. 24, n. 2, p. 227-265, 1993.

TELLER, Paul. Whither Constructive Empiricism? **Philosophical Studies**, s.l., v. 106, n. 1-2, p. 123-150, 2001.