

UMA DEFESA INDUTIVISTA *BOTTOM-UP* DO REALISMO CIENTÍFICO EPISTEMOLÓGICO

Michel Ghins

Université Catholique de Louvain, Bélgica

orcid.org/0000-0002-1312-3515

RESUMO: Neste artigo, apresento uma defesa do realismo científico epistemológico segundo a qual temos mais razões para acreditar na realidade das entidades detectadas e na verdade aproximada das proposições sobre elas. Minha defesa é diferente das estratégias explicativas usuais.¹ Em vez de desenvolver uma argumentação explicativa *top-down*, que consiste em avaliar os méritos de várias explicações de fenômenos e, em seguida, decretar que a melhor explicação provavelmente será verdadeira, oferecerei um argumento *bottom-up* que parte de observações para ascender às causas que as produzem. Embora essas causas não sejam diretamente observadas, temos boas razões para acreditar em sua existência se forem detectadas, ou seja, se estiverem causalmente ligadas a observações diretas. Essa abordagem *bottom-up* tem a vantagem de não ser vulnerável às objeções levantadas contra a inferência da melhor explicação. Para ilustrar esse ponto, argumentarei que o famoso argumento de *Le Verrier* para a existência de Netuno é convincente precisamente porque implementa essa estratégia *bottom-up*.

PALAVRAS-CHAVE: Realismo Científico. Inferência da melhor explicação. Abdução. Indutivismo.

A *BOTTOM-UP* INDUCTIVIST DEFENSE OF EPISTEMOLOGICAL SCIENTIFIC REALISM

ABSTRACT: In this paper, I present a defense of epistemological scientific realism according to which we have more reasons to believe in the reality of detected entities and the approximate truth of propositions about them. My defense differs from the usual explanatory strategies. Instead of developing a *top-down* explanatory argument, which involves evaluating the merits of various explanations of phenomena and then decreeing that the best explanation is likely to be true, I will provide a *bottom-up* argument that starts from observations to ascend to the causes that produce them. Although these causes are not directly observed, we have good reasons to believe in their existence if they are detected, i.e., if they are causally linked to direct observations. This *bottom-up* approach has the advantage of not being vulnerable to objections raised against the inference to the best explanation. To illustrate this point, I will argue that *Le Verrier's* famous argument for the existence of Neptune is convincing precisely because it implements this *bottom-up* strategy.

KEYWORDS: Scientific Realism. Inference to the best explanation. Abduction. Inductivism.

¹ Para uma crítica das estratégias abdutivas, consulte Ghins (no prelo).

INTRODUÇÃO: O REALISMO CIENTÍFICO EPISTEMOLÓGICO

Avaliar os pontos fortes e fracos dos argumentos para a crença em entidades (interpretadas como conjuntos de propriedades) não diretamente observáveis é, sem dúvida, uma questão epistemológica. Minha abordagem será teórica, pois se concentra em produtos específicos da atividade científica, ou seja, teorias. Assim, direcionarei minha atenção para as razões para acreditar na verdade de certas partes dessas teorias, deixando de lado os objetivos perseguidos e os compromissos envolvidos na atividade científica. Essas razões serão avaliadas dentro da estrutura dessa abordagem teórica, que é resolutamente normativa e, portanto, genuinamente filosófica. Assim, eu me distanciarei dos filósofos que adotam uma perspectiva pragmatista.

Além disso, não adoto uma epistemologia naturalizada. A filosofia da ciência não deve ser reduzida a uma ciência da prática científica que se restringiria à descrição do comportamento dos cientistas e dos argumentos científicos que eles usam para justificar suas afirmações. De acordo com essa visão, as afirmações da Filosofia da Ciência seriam verdadeiras ou falsas na medida em que estivessem ou não em conformidade com a prática científica real. A Filosofia da Ciência seria, então, reduzida a uma sociologia da ciência, talvez enriquecida com uma psicologia dos cientistas. Para ser digna de seu nome, a filosofia deve defender normas. No presente caso, trate-se de avaliar os defeitos e os méritos de tipos de argumentação.

Para o realista científico, o desafio consiste em identificar o tipo de argumento que nos dá mais razões para acreditar em algumas entidades que estão além da observação direta, mas que estão relacionadas a propriedades diretamente observadas por relações causais verificadas empiricamente. Formulo assim a versão do Realismo Científico Epistemológico RCE que defendo:

É mais racional acreditar na existência de propriedades científicas que não são imediatamente observáveis, mas que foram detectadas, em vez de suspender nosso julgamento quanto à sua existência ou afirmar que elas não existem. Também é mais razoável acreditar na verdade (pelo menos parcial e aproximada) das proposições (como as leis científicas) que descrevem as relações entre essas propriedades detectadas, em vez de não se pronunciar sobre sua verdade ou falsidade, ou afirmar que são falsas.

De acordo com essa formulação, o realismo científico é uma tese epistemológica e claramente filosófica. O debate sobre o realismo científico gira em torno da justificativa de crenças (embora admitindo a possibilidade de erro) em proposições científicas selecionadas que

atribuem propriedades a algumas entidades inacessíveis à observação direta. A seguir, defenderei um realismo ontológico sobre a existência de propriedades detectadas cujas instanciações tornam algumas proposições – leis científicas, entre outras – verdadeiras.

Antes de prosseguir, preciso esclarecer o que quero dizer com “propriedade observável”. Na classe de propriedades observáveis, incluo, em primeiro lugar, as propriedades que são diretamente observáveis ou perceptíveis com nossos cinco sentidos, senão, de fato, pelo menos em princípio. Algumas propriedades, embora imediatamente observáveis, não são de fato diretamente acessíveis a nós, seja por razões práticas, seja devido às limitações de nossos sentidos. Os dinossauros e o planeta Netuno têm propriedades diretamente observáveis. Se eu vivesse na época dos dinossauros ou se estivesse perto o suficiente de Netuno, poderia observar suas propriedades. Também chamarei de “observáveis” propriedades que são muito grandes ou muito pequenas para serem percebidas por nossos sentidos sem ajuda. Por exemplo, a velocidade é diretamente observável quando não é nem muito pequena nem muito grande e é instanciada em coisas comuns. Da mesma forma, uma propriedade como a posição é diretamente observável em coisas comuns, mas não quando instanciada em vírus, moléculas ou elétrons. No entanto, considerarei a posição e a velocidade como propriedades observáveis em geral. Chamar certas propriedades dos vírus (como a posição) de “observáveis”, em um sentido amplo, é justificado porque elas são epistemicamente acessíveis a nós por meio de cadeias causais indutivamente atestadas por meio de instrumentos, como um microscópio, cuja confiabilidade foi atestada empírica e indutivamente. As propriedades observáveis que podem ser observadas apenas indiretamente, por meio de cadeias causais, serão chamadas de “detectáveis”. As propriedades detectáveis formam um subconjunto das propriedades observáveis.

Algumas propriedades estão além de qualquer observação possível, independentemente de novos instrumentos que possam ser inventados no futuro, simplesmente porque nosso aparato perceptual não muda. Essas propriedades são observacionalmente transcendentais, por assim dizer. As chamarei de “puramente teóricas”. Propriedades como charme, estranheza etc., introduzidas na física de partículas elementares, são puramente teóricas. De agora em diante, quando eu mencionar propriedades não observáveis, estarei me referindo apenas a propriedades puramente teóricas. Neste artigo, tento defender uma versão do realismo científico sobre propriedades que são detectáveis – e detectadas – por meio de cadeias causais cuja presença é

empiricamente verificada. Entretanto, devemos adotar uma posição cética com relação à existência de propriedades puramente teóricas.

1 – A ESTRATÉGIA *BOTTOM-UP* PARA O REALISMO CIENTÍFICO EPISTEMOLÓGICO

1.1 – Observação

Os empiristas têm toda razão em insistir no papel da experiência sensorial quando se trata de justificar crenças. Partindo da análise das razões que temos para acreditar na existência de propriedades observadas de coisas comuns, poderemos destacar as características distintivas de argumentos sólidos² a favor da existência de propriedades detectadas e da verdade das proposições relativas às entidades que instanciam essas propriedades. Como mostrarei, as razões para acreditar na realidade das entidades detectadas são análogas àquelas que justificam nossas crenças na existência de coisas comuns.

Por que tenho mais motivos para acreditar que há um copo em minha mesa do que para não acreditar? Com certeza, não seria irracional acreditar que não há copo algum ou abster-se de julgar se há um copo ou não. Afinal de contas, os filósofos que defendem o ceticismo radical sobre a existência do “mundo externo” estavam longe de ser irracionais. O mundo poderia ser apenas um sonho, uma possibilidade que foi seriamente considerada por Descartes.

Como posso verificar se há realmente um copo na minha mesa? Um copo é uma entidade caracterizada por um conjunto de propriedades observáveis cuja associação constante eu pude observar em muitas circunstâncias. Um copo é duro, oco, transparente, sua borda é uma linha fechada, etc. Posso ter certeza de que um copo está presente ao perceber diretamente algumas de suas propriedades. No contexto do debate sobre o realismo científico, tanto os realistas quanto os antirrealistas não questionam a existência de coisas comuns e adotam implicitamente uma forma de realismo direto.

Embora eu saiba que essa afirmação será contestada, penso que propriedades como massa, carga, temperatura etc., são observáveis. Alguns filósofos não hesitarão em objetar, com razão, que os termos “massa”, “carga”, “temperatura”, etc., pertencem a uma linguagem carregada de teoria (*theory laden*). Além disso, os significados desses termos só foram

² Um argumento sólido é um argumento logicamente válido cujas premissas são verdadeiras.

esclarecidos e estabilizados após um longo e complexo processo histórico. Isso é correto. Entretanto, uma vez que o significado do termo “massa inercial”, por exemplo, tenha sido claramente fixado, podemos, em circunstâncias favoráveis, verificar por observação direta que alguns corpos opõem resistências desiguais quando tentamos modificar seu estado de movimento ou repouso. É fácil verificar que duas bolas em repouso, feitas do mesmo material, mas de tamanhos significativamente diferentes, não oferecem a mesma resistência a impulsos idênticos. A bola maior é mais difícil de ser colocada em movimento do que a outra. A bola maior tem uma massa inercial maior. De maneira análoga, desde que os significados de cargas positivas e negativas tenham sido especificados, é possível verificar empiricamente a presença de cargas de sinais opostos, por exemplo, observando diretamente – visualmente ou por tato – a atração mútua de corpos.³

Alguns filósofos apontarão imediatamente que há uma diferença entre observar a propriedade P e observar *que* algo tem a propriedade P. Observar a propriedade de ser duro não é o mesmo que observar que um copo é duro. Em realidade, essa distinção pouco importa para a questão do realismo. A verdade das proposições e a instanciação das propriedades andam de mãos dadas. É verdade que uma coisa dura está presente em minha mesa? A verdade dessa afirmação depende de um fato, ou seja, a instanciação da propriedade de ser duro, atestada pela percepção direta. É verdade que a massa inercial da bola A é maior do que a massa inercial da bola B? De novo, essa afirmação pode ser verificada ou falsificada por meio de observações simples. Se for verdadeira, a bola A instancia uma massa inercial maior do que a bola B.

Nenhuma propriedade é cognitivamente acessível a menos que seja observável por nós, direta ou indiretamente. Nesse ponto, concordo com os empiristas. Entretanto, entre as propriedades observáveis, incluí propriedades que geralmente não são consideradas como tal pelos empiristas, como carga e massa. Essas propriedades, como muitas outras na ciência, podem assumir vários valores, contínuos ou descontínuos (discretos). Elas são chamadas de propriedades determináveis porque podem assumir valores determinados. Com certeza, devido às limitações de nossos sentidos, não temos acesso, na percepção direta, a valores muito grandes ou muito pequenos de massa, carga, volume, velocidade, etc. Entretanto, como alguns valores dessas propriedades são observados, considerarei valores muito grandes ou muito pequenos (de velocidade, por exemplo) como propriedades observáveis, em um sentido amplo, porque são

³ Para obter mais detalhes, consulte Ghins (2017).

de fato semelhantes a propriedades diretamente observáveis: uma velocidade muito grande ainda é uma velocidade. Ampliar a observabilidade dessa forma não parece aceitável porque, a rigor, uma velocidade muito grande não é observável. Mas isso parece justificado porque a semelhança garante que possamos ter acesso cognitivo a propriedades semelhantes por meio de detecções cuja confiabilidade é justificada por induções empíricas, como mostrarei a seguir.⁴

Com essa condição de observabilidade, pode parecer que estamos de volta à adequação empírica, conforme entendida por van Fraassen.⁵ Esse não é o caso. Para van Fraassen, o que vemos em um microscópio não sustenta a crença na realidade das células ou mitocôndrias. Segundo ele, somente as proposições que descrevem “aparências” podem ser consideradas verdadeiras. As aparências, aqui, são os fenômenos criados pelo microscópio, como manchas de cor, formas, etc., que são vistas imediatamente nesse instrumento.⁶ Diferentemente de Netuno ou dos dinossauros, aos quais não é possível ter acesso direto de observação devido à nossa localização espaço-temporal, as mitocôndrias ou os vírus estão além da capacidade de percepção direta dos seres humanos. No entanto, eles podem ser detectados com um microscópio. De acordo com sua posição empirista rigorosa, van Fraassen recomenda suspender nosso julgamento quanto à realidade de tais entidades. Em vez disso, defendo que uma posição realista em relação à existência de mitocôndrias ou vírus pode ser justificada, precisamente porque eles têm propriedades observáveis (dimensões, etc.), em um sentido amplo de observabilidade, e porque essas propriedades foram realmente detectadas.

Passemos agora às propriedades não observáveis, puramente teóricas ou indetectáveis. Essa classe contém as propriedades que escapam ou transcendem qualquer observação possível, mesmo indireta, não apenas de fato, mas também em princípio. Tais propriedades estariam acessíveis empiricamente apenas a seres que possuíssem modalidades sensoriais distintas dos nossos cinco sentidos. Normalmente, não conseguimos imaginar propriedades puramente teóricas porque elas não se assemelham a nenhuma propriedade acessível na percepção. Essas propriedades indetectáveis são comuns no campo da física de partículas elementares. Pense em *spin* (interno),⁷ estranheza, charme, etc. Ao contrário de propriedades como volume, massa etc.,

⁴ Observe, incidentalmente, que os cientistas frequentemente falam desse modo.

⁵ VAN FRAASSEN (1980, p. 64)

⁶ VAN FRAASSEN (2008, p. 100 e seguintes.). Para uma crítica à posição de van Fraassen, consulte BUENO (2011) e PSILLOS (2014).

⁷ Embora o comportamento do elétron seja, em alguns aspectos, análogo ao de um corpo carregado em rotação que se move em um campo eletromagnético, é um erro imaginar o elétron como uma espécie de pião. É por isso

é impossível verificar sua presença na experiência sensorial comum. Como consequência, não temos nenhuma razão para acreditar na existência dessas propriedades puramente teóricas.

A questão do realismo científico diz respeito à existência de propriedades que não podem ser observadas diretamente, devido a restrições práticas ou às limitações de nossos sentidos, mas que são detectáveis. A primeira condição para que tenhamos o direito de acreditar na realidade de tais propriedades é que elas sejam não apenas observáveis, mas realmente observadas. Assim, somos levados a formular a seguinte condição de observação:

Condição de observação (O): Para ter boas razões para acreditar na existência de uma propriedade, é necessário que essa propriedade seja observada direta ou indiretamente, ou seja, detectada.

Essa condição é necessária, mas não suficiente: são necessárias condições adicionais para que se tenha melhores motivos para acreditar na instanciação de uma propriedade. Em circunstâncias normais, a observação imediata é suficiente para garantir a crença na instanciação de propriedades comuns, como a dureza, mas muitas vezes é necessária a repetição de observações. Para propriedades que não são observadas imediatamente, a crença justificada em sua realidade deve ser apoiada por conexões causais previamente confirmadas, como explicarei agora.

1.2 – Conexão Causal

Uma propriedade é detectada de forma confiável com base em relações causais previamente verificadas empiricamente com propriedades diretamente observadas. (Suponho aqui que as conexões causais podem ser verificadas pelos métodos empíricos codificados por John Stuart Mill (1843) – concordância, diferença, variação concomitante – desde que sejam suficientemente refinados.⁸) Para esclarecer as coisas, é útil distinguir dois tipos de acesso indireto às propriedades. O primeiro recorre a instrumentos para superar as limitações de nossos sentidos ou aumentar nossas habilidades perceptivas. Exemplos clássicos de dispositivos que aumentam a visão incluem óculos, telescópios, microscópios... Nesse tipo de acesso, que chamo de “homogêneo”, as propriedades diretamente observadas pertencem à mesma modalidade perceptual (visão, por exemplo) que as propriedades detectadas e podem até ser idênticas a elas.

que consideramos o *spin* como uma propriedade interna do elétron. Por outro lado, é defensável que o momento magnético seja uma propriedade observável.

⁸ Sobre isso, consulte Ghins (no prelo).

Em um segundo tipo de acesso, chamado de “heterogêneo”, as propriedades diretamente observadas e as propriedades detectadas pertencem a modalidades distintas. Por exemplo, ao observar as propriedades visuais dos raios em tubos de descarga, J. J. Thomson conseguiu detectar e medir a razão entre a carga e a massa do elétron.⁹

Vamos começar com o tipo homogêneo de acesso empírico. Para o sentido da visão, que tem um *status* privilegiado na ciência, há uma grande variedade de instrumentos de detecção disponíveis. Primeiro, temos os óculos comuns usados por pessoas cuja visão é ligeiramente deficiente. Quem poderia afirmar que, quando uma pessoa míope observa um objeto distante com óculos apropriados, suas observações são duvidosas sob o pretexto de que não foram feitas diretamente, a olho nu? Mas vamos agora examinar o que acontece com o uso de dispositivos ópticos mais potentes. Em um telescópio, vemos coisas, geralmente chamadas de “imagens”, que têm propriedades específicas, por exemplo, uma forma geométrica. Acontece que a forma geométrica também é uma propriedade diretamente observável de coisas celestes, como os planetas. Se estivéssemos perto o suficiente do planeta, observaríamos imediatamente que ele é (aproximadamente) esférico. É por isso que comumente se diz que observamos um planeta por meio de um telescópio. Na verdade, o que observamos diretamente são as propriedades de uma imagem dentro do telescópio. A forma da imagem A está relacionada à forma do planeta B por uma relação se e somente se. Se A, então B, e vice-versa. Além disso, B causa A. De acordo com minha terminologia, a forma geométrica do planeta é detectada.

Essas observações podem ser estendidas aos vários tipos de microscópios e telescópios que tornam visíveis para nós entidades como vírus e galáxias distantes. Quando as observações imediatas e as obtidas com o auxílio de um microscópio concordam entre si, o microscópio pode ser considerado confiável, pelo menos no domínio de sobreposição de observações. Então, por indução, ampliamos o domínio de confiabilidade do microscópio para propriedades que não são imediatamente visíveis. Além disso, o conhecimento das leis da óptica, verificadas por indução no domínio das propriedades diretamente observadas, nos dá o direito de confiar no microscópio ao lidar com propriedades invisíveis a olho nu. Passo a passo, e por indução, podemos estender o domínio de acessibilidade das propriedades observáveis a domínios de detecção cada vez maiores. É por isso que, como eu disse acima, é legítimo considerar valores

⁹ Veja NOLA (2008).

muito grandes ou muito pequenos dessas propriedades como sendo observáveis em um sentido amplo, mesmo que esses valores sejam apenas detectáveis.

Observe que nem sempre é necessário conhecer as leis causais¹⁰ ou os mecanismos¹¹ subjacentes que regem o funcionamento dos instrumentos para confiar neles. Os antigos romanos usavam óculos polidos para corrigir a visão, embora as leis da refração e, *a fortiori*, as do eletromagnetismo, fossem desconhecidas para eles. O mesmo acontecia com Galileu e seus contemporâneos, que sabiam muito pouco sobre o funcionamento do telescópio. No entanto, como as observações próximas do mesmo objeto, um navio, por exemplo, e aquelas feitas à distância com o telescópio eram concordantes, eles podiam verificar empiricamente a presença de um vínculo causal entre as propriedades observadas diretamente dentro do telescópio¹² e as propriedades – detectadas – de um objeto distante. Até mesmo os aristotélicos admitiram com bastante facilidade que o *cannocchiale* de Galileu era confiável.¹³ Essa maneira indutiva de proceder, que Kitcher chama de “estratégia galileana” (2001, pp. 173-174), pode ser aplicada a outros instrumentos.¹⁴

Obviamente, o conhecimento de leis relevantes verificadas empiricamente possibilita a fabricação de instrumentos de detecção elaborados, como câmaras de fio ou de desvio. Com a ajuda desses dispositivos experimentais, podemos detectar e medir as trajetórias de partículas elementares carregadas, como os prótons. Nesse caso, para podermos afirmar que as linhas observadas diretamente em fotografias ou telas correspondem às trajetórias dos prótons, precisamos nos basear em leis causais confirmadas indutivamente que descrevem as interações entre prótons e moléculas. Normalmente, os prótons removem elétrons das moléculas de um gás como o argônio; esses elétrons são instantaneamente capturados pelos fios vizinhos. A luz emitida revela as trajetórias dos prótons.

No tipo heterogêneo de acesso cognitivo, as propriedades detectadas não pertencem à mesma modalidade perceptual que as propriedades diretamente observadas. Por exemplo, as

¹⁰ Uma lei é causal se e somente se sua formulação contiver uma derivada temporal (ou termos equivalentes) que se refira ao efeito. Os outros termos se referem à(s) causa(s) (BLONDEAU e GHINS, 2012).

¹¹ Sobre a noção de mecanismo, consulte GHINS (2019).

¹² Wesley Salmon (1984, pp. 232-235) argumenta de forma semelhante que é legítimo estender indutivamente os domínios de confiabilidade dos telescópios e microscópios.

¹³ Os aristotélicos acreditavam que o mundo celestial (da esfera da Lua em diante) era feito de uma matéria incorruptível, distinta daquela do mundo terrestre. Portanto, embora aceitassem os dados observacionais, eles tentaram salvar a física de Aristóteles com suposições *ad hoc*. Por exemplo, eles presumiram que a Lua estava envolta em uma esfera cristalina imutável.

¹⁴ Para a aplicação da mesma estratégia ao microscópio, consulte MAGNUS (2003).

propriedades que desempenham um papel causal na produção de raios de luz observados em tubos de raios catódicos, ou seja, as propriedades de massa e carga, não são propriedades visuais. Além disso, J.J. Thomson conseguiu mostrar que os raios de luz são produzidos por partículas maciças e carregadas emitidas pelo cátodo, embora ele não conhecesse o mecanismo subjacente dessa produção. Hoje sabemos que as partículas emitidas pelo cátodo interagem com as moléculas do gás rarefeito no tubo de tal forma que a luz é emitida. As propriedades detectadas – carga e massa – dessas partículas e as propriedades visuais diretamente observadas dos raios de luz pertencem a categorias de propriedades muito diferentes. No entanto, Thomson conseguiu determinar o valor da razão entre a massa e a carga dessas partículas, ou seja, os elétrons, sem ter conhecimento algum do mecanismo (quântico) de produção desses raios. Para fazer isso, ele se baseou nas leis da mecânica clássica e do eletromagnetismo, já bem testadas anteriormente.

Qualquer que seja o tipo de acesso epistêmico indireto às propriedades, sejam elas homogêneas ou heterogêneas, podemos contar com a presença de relações causais entre essas propriedades detectadas e as propriedades realmente observadas diretamente. As generalizações causais previamente confirmadas indutivamente são cruciais para atestar a presença de relações causais. O conhecimento dessas relações nos dá o direito de rastrear as causas, as propriedades detectadas, a partir dos efeitos, as propriedades diretamente observadas. Com certeza, na experiência comum, o que nos autoriza a afirmar justificadamente a existência de um copo, uma rosa, etc., é sua presença real na percepção, em boas condições de observação. Mas essa percepção é sustentada por conexões causais, cujos detalhes desconhecemos, mas que temos todos os motivos para acreditar que existem, mesmo porque, quando intervimos no objeto percebido de uma determinada maneira, isso é seguido por variações sistemáticas na percepção de suas propriedades.¹⁵

Podemos verificar a confiabilidade de um novo instrumento comparando as medições que ele fornece com aquelas obtidas no mesmo domínio empírico por um instrumento cuja precisão tenha sido testada anteriormente. Se os resultados obtidos por ambos os instrumentos nesse domínio sobreposto forem concordantes, estenderemos indutivamente a confiabilidade do novo instrumento a domínios de detecção mais amplos, aplicando a “estratégia galileana” de Kitcher que mencionei acima. Passo a passo, justificamos por esse modo de proceder a

¹⁵ Uma observação semelhante foi feita por Ian Hacking, em 1983.

expansão considerável da gama de propriedades detectadas após a invenção de novos instrumentos e dispositivos de medição.

Além disso, se estivermos em condições de capitalizar o conhecimento detalhado das leis causais que descrevem os mecanismos em ação nos instrumentos de medição ou dispositivos de observação, temos boas razões para acreditar que as causas dos efeitos observados possuem algumas propriedades específicas. Essas causas são propriedades instanciadas (como massa, carga ou velocidade) que não são observadas diretamente, mas que podem ser consideradas como tendo sido detectadas. Em seguida, estabelecemos uma segunda condição que deve ser satisfeita para que haja crença justificada na existência de propriedades detectadas.

Condição de causalidade (C): Para ter boas razões para acreditar na existência de uma propriedade que não é observada diretamente, essa propriedade deve ter sido detectada, ou seja, empiricamente verificada como causalmente conectada por meio de instrumentos confiáveis às propriedades que são observadas diretamente.

Essa condição é necessária, não suficiente. Para verificar a existência de uma propriedade, não é suficiente detectá-la apenas uma vez. São necessárias várias detecções, de preferência usando diferentes métodos de medição, e elas devem apresentar resultados concordantes, como veremos a seguir.

1.3 – Invariância

Para aumentar o grau de crença que um objeto em minha mesa é duro, eu o toco. Também posso bater nele e ouvir um som que é típico de coisas duras. Além disso, a entidade tem propriedades visuais que indicam dureza. Três modalidades perceptivas distintas entram em jogo aqui – tato, audição e visão – que são, em geral, independentes umas das outras. Cada modalidade dá acesso cognitivo empírico à propriedade de dureza. Em cada modalidade, posso repetir observações de várias maneiras e verificar se os resultados estão de acordo. Por meio de diferentes maneiras de tocar, confirmo que a propriedade de dureza é instanciada. Da mesma forma, variando as formas de bater, ouço um som diferente a cada vez, mas que sempre revela sua dureza. Também estou livre de aplicar os mesmos métodos para confirmar a instanciação de outras propriedades que revelam a presença de um copo em vez de um vaso ou qualquer outro tipo de objeto. Essas observações indicam que uma condição adicional – a condição de

invariância – deve ser satisfeita para justificar a crença na instanciação de propriedades imediatamente observadas:¹⁶

Condição de invariância (Ia): *Para se ter boas razões para acreditar na existência de uma propriedade diretamente observável, é necessário e suficiente que as repetidas observações dessa propriedade por meio de modalidades perceptuais distintas e independentes forneçam resultados idênticos, pelo menos aproximadamente.*

Para uma propriedade diretamente observada, a condição de invariância é necessária e suficiente para a crença justificada em sua instanciação. Sem dúvida, essa condição de invariância está fundamentada na verdade das generalizações que descrevem as conexões causais entre as percepções de uma propriedade (em circunstâncias favoráveis) e a instanciação dessa propriedade. Sabemos que a percepção é um processo muito complexo que envolve conexões causais (que ainda não são totalmente conhecidas) entre propriedades instanciadas externamente, por um lado, e propriedades de nossos órgãos perceptivos, nosso sistema nervoso e nosso cérebro, por outro. Várias observações, que dependem de diferentes conexões causais, mas produzem resultados invariantes, aumentam nossa confiança na realidade de uma determinada propriedade. Por quê? Porque aprendemos com experiências anteriores que, ao proceder dessa forma, corremos menos riscos de cometer erros. A experiência anterior nos ensinou, em muitos casos, que as crenças apoiadas por esse procedimento têm menos probabilidade de serem falsificadas. De fato, quando queremos dissipar dúvidas sobre a atribuição de propriedades a uma determinada entidade, repetimos e diversificamos nossas observações. Novamente, esse comportamento é justificado por indução.

Observe, e isso deve ser enfatizado, que nossa crença na instanciação de uma propriedade, ou conjunto de propriedades, não é justificada pelo argumento de que essas propriedades *explicam* melhor a concordância entre diferentes percepções. Não temos aqui uma inferência da melhor explicação (ou abdução)¹⁷ a partir de várias observações concordantes. Em cada percepção, a propriedade é percebida diretamente. A repetição proporciona novas percepções da mesma propriedade, cuja concordância confere estabilidade às nossas crenças. Essa estabilidade ocorre porque aprendemos por indução que as crenças reforçadas por esse procedimento são mais resistentes a possíveis falsificações.

¹⁶ Consulte também SALMON (1984, p. 237) e GHINS (1992).

¹⁷ Nesse artigo, uso os termos “abdução” e “inferência da melhor explicação” como sinônimos.

O que podemos dizer agora sobre as propriedades detectadas? Vimos que precisamos verificar empiricamente a existência de conexões causais entre as propriedades diretamente percebidas e as propriedades detectadas para que tenhamos justificativa para acreditar na realidade dessas últimas. Mas, por analogia com a condição de invariância para as propriedades imediatamente observadas, somos levados a exigir que as detecções repetidas, recorrendo a métodos diferentes, produzam resultados invariantes.

Condição de invariância (Ib): *Para ter boas razões para acreditar na existência de uma propriedade detectada, é necessário que as repetidas detecções dessa propriedade por meio de métodos empíricos distintos e independentes forneçam resultados idênticos, pelo menos aproximadamente.*¹⁸

Para propriedades detectáveis, essa condição é necessária, mas não suficiente, pois os métodos empíricos distintos também devem ser confiáveis. Essa confiabilidade é baseada no requisito de causalidade apresentado acima. Alguns métodos empíricos de detecção usam instrumentos, como na astronomia. Outros não, como na detecção de um rato que não é diretamente visível, mas é detectado por meio de indícios como desaparecimento de queijo, pelos cinza etc.

1.4 – Medição

Em muitos contextos científicos, é impossível determinar com precisão o valor de uma propriedade detectável sem o auxílio de instrumentos de medição. É por isso que precisamos acrescentar uma quarta condição: a condição de medição.

Condição de medição (M): *Nas ciências quantitativas, para ter boas razões para acreditar na existência de uma propriedade detectável de um valor específico, é necessário que essa propriedade seja medida quantitativamente por meio de instrumentos cuja confiabilidade tenha sido estabelecida empiricamente de forma prévia e independente.*

¹⁸ Esses métodos independentes dependem de processos causais distintos que possibilitam a detecção da causa invariante (ou seja, de propriedades instanciadas) de vários efeitos. Isso se assemelha ao que Descartes afirmou em sua carta de 13 de julho de 1638 a Morin: “mas, embora certamente existem vários efeitos aos quais é fácil adaptar diversas causas, uma [causa] a cada [efeito], ainda assim não é tão fácil adaptar uma causa idêntica a vários efeitos diferentes, a menos que seja a verdadeira causa da qual eles se originam” (DESCARTES, 1982, p. 104, nota de rodapé 42) Entretanto, o raciocínio de Descartes era explicativo, enquanto a condição de invariância, conforme formulada acima, exige que a confiabilidade de cada método independente seja verificada empírica e indutivamente.

Essa última condição torna possível satisfazer a condição de invariância para propriedades quantitativas quando necessita de uma concordância precisa entre os dados. Mesmo supondo que a massa seja uma propriedade observável, seu valor preciso não pode ser determinado sem os instrumentos adequados. Entretanto, para garantir que os resultados das medições estejam de acordo – dentro dos limites do erro observacional – eles devem ser adequadamente precisos. Esse requisito de medição considerado isoladamente é necessário, mas não suficiente: as medições também devem estar em conformidade com a condição de invariância.

1.5 – Os Quatro Requisitos

Temos, portanto, quatro requisitos ou condições para a crença justificada: observação, causalidade, invariância e medição. Para fins de brevidade, vou me referir a essas quatro condições como condições OCIM. A satisfação dos requisitos OCIM – em conjunto – é uma condição necessária e suficiente para se ter boas razões para acreditar na instanciação de uma propriedade detectável. Essas condições e, principalmente, a condição de causalidade, permitem a ascensão das propriedades diretamente observadas para as propriedades que as causam. É uma abordagem *bottom-up*. Por outro lado, não há boas razões para acreditar na existência de entidades que possuem apenas propriedades puramente teóricas. Por quê? Simplesmente porque essas propriedades estão além de qualquer acesso cognitivo empírico, ou melhor, para os empiristas, estão além de qualquer acesso cognitivo em geral. Elas são epistemicamente transcendentais. Nesse caso, é impossível confirmar empiricamente que as propriedades puramente teóricas estão causalmente conectadas às propriedades observadas.¹⁹ Com relação a essas propriedades puramente teóricas, recomendo adotar uma atitude agnóstica. Essas propriedades teóricas podem existir, mas nunca teremos argumentos fortes para acreditar em sua realidade.

Agora podemos resumir essas quatro condições da seguinte forma.

Requisito R: *Para ter boas razões para acreditar na existência de uma propriedade detectável, é necessário e suficiente que ela tenha sido medida um número suficiente de vezes por vários métodos cuja confiabilidade se baseie em conexões causais confirmadas de forma empírica e indutiva entre essa propriedade detectável instanciada e as propriedades diretamente observadas e, além disso, que os resultados das observações ou medições obtidas sejam concordantes.*

¹⁹ De acordo com a relatividade especial, as propriedades das entidades fora de nosso cone de luz não são acessíveis à observação. Mas algumas dessas propriedades podem se tornar acessíveis com o tempo.

Esse requisito é normativo, no sentido de que a satisfação (ou não) das quatro condições OCIM possibilita a avaliação geral da força (ou fraqueza) de um argumento oferecido em favor da crença na realidade de alguma entidade. O realismo científico que proponho é, portanto, uma posição resolutamente filosófica e mais precisamente epistemológica. Sua plausibilidade não depende, de forma alguma, do fato de os cientistas mobilizarem (ou não) argumentos que atendam a esse requisito quando argumentam a favor da existência de entidades específicas. Pelo contrário, a cogência dessa posição realista se baseia na semelhança entre os argumentos usados para justificar a crença na existência de entidades detectáveis e aqueles a favor da crença na realidade de entidades comuns, imediatamente observáveis. Esse realismo é consistente com a visão de que a ciência é uma extensão do senso comum, como defendiam filósofos como W. V. O. Quine (1969, p. 129). As propriedades científicas que podem ser corretamente consideradas como instanciadas são idênticas ou semelhantes às propriedades de objetos comuns aos quais temos acesso por meio da percepção direta: essas propriedades são todas observáveis em um sentido amplo. Além disso, a existência de propriedades de entidades postuladas por uma teoria pode ser estabelecida desde que sua detecção seja confirmada pela implementação de procedimentos semelhantes aos usados na vida cotidiana, ou seja, pela repetição e diversificação de nossas observações.

2 – O CASO DA EXISTÊNCIA DE NETUNO

Em concordância com minha posição antinaturalista, não considero legítimo apelar para fatos históricos para apoiar uma posição filosófica, seja ela qual for. Além disso, é bem sabido que a escolha de episódios históricos e a interpretação de textos que chegaram até nós podem apoiar visões filosóficas distintas, até mesmo antagônicas. Essa base empírica histórica certamente é muito diferente da que é fornecida pela observação em um contexto científico. No entanto, pode ser esclarecedor analisar alguns episódios emblemáticos da história da ciência que podem servir como ilustração da posição defendida aqui e verificar se as quatro condições OCIM são atendidas por argumentos científicos famosos em favor da crença na existência de algumas entidades detectadas. Aqui, proponho ilustrar a abordagem *bottom-up* analisando o

conhecido argumento a favor da existência do planeta Netuno, que é frequentemente considerado um exemplo paradigmático de inferência da melhor explicação.²⁰

No início do século XIX, Bouvard detectou – com um telescópio – que a trajetória de Urano não estava de acordo com as previsões da mecânica clássica. Várias hipóteses foram propostas para explicar tais anomalias: a influência de planetas conhecidos ou de algum cometa, a presença de forças magnéticas ou de um planeta desconhecido, uma incorreção na formulação matemática da força gravitacional etc. Mas os cálculos baseados nas leis de Newton mostraram que as perturbações detectadas na trajetória de Urano são – assim diz o argumento – explicadas melhor pela presença de um planeta até então não observado. Por isso, Adams e Le Verrier concluíram que um planeta desconhecido era a causa das perturbações na trajetória de Urano. Em 1846, esse planeta, chamado “Netuno”, foi de fato detectado por Johann Galle, perto de sua posição prevista.

Tentarei agora mostrar que a força desse raciocínio abduutivo se baseia em um argumento *bottom-up*, independentemente de Adams e Le Verrier terem de fato formulado seu argumento dessa forma, o que é uma questão histórica.

Os planetas são definidos, em termos observacionais, como pontos brilhantes que, vistos da Terra, se movem periodicamente ao longo das constelações do zodíaco. Eles também são, de acordo com a mecânica newtoniana e a fórmula clássica da força gravitacional, entidades que giram em torno do sol e têm propriedades de massa, velocidade e aceleração. Com base nas leis causais indutivamente confirmadas da mecânica clássica, podemos inferir do efeito detectado com o telescópio – a saber, as anomalias na trajetória de Urano – a existência de sua causa, ou seja, a presença de um novo planeta cujo movimento está de acordo com a mecânica clássica. Essa abordagem é *bottom-up*, embora o argumento para a existência de Netuno seja mais frequentemente apresentado como um exemplo típico de uma inferência *top-down* da melhor explicação, que pode ser resumido da forma seguinte:

1. F: Fatos
Anomalias na trajetória de Urano observadas com telescópios.
 2. A presença de um novo planeta (hipótese H) explica melhor do que outras hipóteses os fatos F.
- Conclusão:
H é verdadeira: existe um novo planeta chamado “Netuno”.

²⁰ Por exemplo, veja Douven (2021).

Esse raciocínio é considerado *top-down* porque baseia-se na consideração de hipóteses explicativas teóricas para concluir que a mais satisfatória, segundo suas propriedades internas independentemente dos fatos, tem maior probabilidade de ser verdadeira (veja mais baixo). Como alternativa ao raciocínio explicativo, um argumento dedutivo sólido com base em resultados de observação e leis verificadas indutivamente pode ser formulado dessa forma:

1. F: Fatos
Anomalias na trajetória de Urano
 2. C: Correlações causais confirmadas indutivamente
De acordo com a teoria newtoniana, essas anomalias implicam a presença de um corpo com massa específica orbitando o sol ao longo de uma trajetória definida, que é a causa desses fatos.
 3. A: Associação verificada indutivamente
Os planetas, definidos como pontos brilhantes que se movem periodicamente ao longo do zodíaco etc., também têm uma massa e obedecem à teoria newtoniana.
- Conclusão:
Existe um novo planeta chamado “Netuno”.

Nesse argumento, se as premissas forem verdadeiras, a conclusão também será necessariamente verdadeira. A força desse argumento para a existência de Netuno não está na suposição de que sua existência fornece a melhor explicação para as anomalias na órbita de Urano. É verdade que devemos nos assegurar de que a premissa C é verdadeira. Por abdução, somos levados a imaginar explicações alternativas para as anomalias detectadas. Entretanto, a eliminação de explicações alternativas não é feita julgando que sua força explicativa é mais fraca, mas verificando que elas não são indutivamente apoiadas por evidências empíricas suficientes. As alternativas concorrentes disponíveis para a existência de Netuno são descartadas não porque sejam menos satisfatórias o boas, mas porque não têm apoio observacional indutivo. No entanto, a verdade da premissa crucial C só é provável porque não podemos excluir conclusivamente a possível presença de alguma outra causa desconhecida, embora não possamos obviamente ter boas razões para acreditar que essa causa desconhecida exista.

O raciocínio abduutivo ajuda a imaginar novas hipóteses, mas tem apenas valor heurístico. A abdução não é indicativa da verdade.²¹ Para avaliar a credibilidade de uma hipótese explicativa concorrente, devemos investigar se as observações justificam a crença na causa alternativa, como a presença de um cometa, postulada por essa hipótese. Essa

²¹ Essa questão importante é discutida detalhadamente em Ghins (no prelo).

investigação deve se basear em leis confirmadas indutivamente. Ao proceder dessa forma, não efetuamos de forma alguma um raciocínio abduativo. Se as hipóteses alternativas não tiverem suporte empírico suficiente, elas serão descartadas. Portanto, a premissa C é (provavelmente) verdadeira e o argumento dedutivo acima para a existência de Netuno é sólido. Se isso estiver correto, haviam excelentes motivos para acreditar na existência de Netuno antes que sua forma, cor, brilho, etc., fossem detectados.

A crença nas anomalias da trajetória de Urano depende das imagens vistas no telescópio. São essas imagens que nos permitem detectar anomalias na trajetória de Urano. Então, pelo argumento dedutivo acima, temos mais razões para acreditar do que para não acreditar na existência de um planeta desconhecido. Mas ainda não estabelecemos um vínculo causal com a observação do novo planeta Netuno. É por isso que, para dissipar as dúvidas sobre a existência de Netuno, as observações feitas por Johann Galle foram particularmente importantes. Mas o que é decisivo para a justificativa de nossas crenças iniciais (antes das observações de Galle) é a confirmação empírica das conexões causais relevantes - que fundamentam a solidez dos argumentos dedutivos *bottom-up*.

Para concluir essa seção, vamos verificar rapidamente se a argumentação para a existência de Netuno está em conformidade com as quatro condições OCIM mencionadas acima. Em primeiro lugar, todas as propriedades relevantes são observáveis em um sentido amplo. Em segundo lugar, repetidas observações das anomalias de Urano com telescópios confiáveis produziram resultados de medição concordantes. Tanto a medição quanto as condições de invariância são satisfeitas. Por fim, com base nessas observações e nas leis de Newton, verificamos que há uma conexão causal entre as anomalias e a presença de um novo planeta com massa e trajetória específicas: Netuno.

Penso que esse tipo de argumento pode ser generalizado para se aplicar a entidades cujas propriedades são observáveis em um sentido amplo, como vírus, genes, átomos, etc.²²

3 – DUAS OBJEÇÕES

²² Em Ghins (no prelo), mostro que a argumentação de Perrin a favor da existência dos átomos (moléculas) é convincente na medida em que pode ser reconstruída como uma argumentação *bottom-up*.

Gostaria agora de responder a duas objeções com relação à posição realista defendida acima. A primeira diz respeito à condição de invariância. Essa condição não se resume a um apelo disfarçado à inferência da melhor explicação? Não seria um milagre ou uma coincidência muito improvável se a concordância de uma grande quantidade e variedade de observações ou resultados de medições não fosse causada por uma entidade com propriedades apropriadas? Em primeiro lugar, não defendo uma epistemologia baseada em entidades mentais e subjetivas, como os dados dos sentidos ou *sense data* (GHINS, 2005, p. 2). Se esse fosse o caso, poderíamos legitimamente perguntar se a crença em uma entidade não seria justificada porque fornece a melhor explicação para a concordância entre os dados dos sentidos. Como apontado acima, adoto um realismo direto, segundo o qual percebemos imediatamente propriedades reais. Em segundo lugar, se observarmos uma propriedade diretamente, não inferimos, nem mesmo implicitamente, a existência dessa propriedade a partir de nossas observações. Se alguma inferência é feita, ela é indutiva. De fato, observamos com frequência que a repetição de observações consistentes nos protege melhor contra o risco de erro, ou seja, o risco de que nossas crenças sejam falsificadas. A condição de invariância é apoiada por uma meta-indução, como dito acima.

Além disso, no caso de propriedades detectadas, como as de um planeta, de uma célula, etc., as observações disponíveis nos permitem deduzir sua existência a partir de conexões causais previamente verificadas. Sem dúvida, nesse tipo de situação, essas propriedades explicam causalmente as evidências observadas. No entanto, não inferimos a existência de propriedades porque elas fornecem a explicação que parece ser a melhor entre um conjunto de explicações possíveis que conseguimos elaborar. Dentro da perspectiva de nossa abordagem causal, não estamos procurando hipóteses possíveis das quais possamos derivar, em uma abordagem *top-down*, uma explicação das aparências. Em vez disso, tentamos subir a escada das conexões causais tomando os efeitos observados como ponto de partida. É a existência comprovada de uma conexão causal que é um indicador da verdade, não uma propriedade interna, como a suposta “*loveliness*” (LIPTON, 2004), de uma explicação. Quando conseguimos confirmar empiricamente a realidade de uma conexão causal, somos imediatamente gratificados, como uma espécie de bônus, com uma explicação causal correta dos fenômenos.

Isso nos leva à segunda objeção, que tem a ver com a condição de causalidade. Para os entusiastas da inferência da melhor explicação, a crença na existência de Netuno, átomos e

elétrons é considerada um exemplo clássico do poder justificador do raciocínio abduutivo (DOUVEN, 2021). Será que não podemos imaginar uma possível conexão causal entre o desvio da órbita de Urano e a presença de um cometa? Não poderíamos levantar a hipótese de uma influência do campo magnético de Júpiter sobre o de Urano, como de fato algumas pessoas supuseram naquela época? Teríamos então várias explicações causais possíveis, entre as quais a melhor (segundo alguns padrões) provavelmente seria a correta. Como Peter Lipton aponta: “A inferência da melhor explicação não exige que inferimos apenas uma explicação a partir dos dados, mas que inferimos apenas uma das explicações concorrentes” (LIPTON, 2004, p. 62).

Não nego, é claro, que várias conexões causais plausíveis podem – e até devem – ser consideradas. Mas afirmo que possíveis conexões causais devem ser descartadas não por serem menos satisfatórias ou *lovely* de acordo com nossos critérios subjetivos, mas sim por não estarem de acordo com as observações.

Por fim, lembre-se de que o argumento da ausência de milagres (*no-miracle* argument – PUTNAM, 1978, p. 18), ainda amplamente utilizado pelos realistas científicos, que é um caso especial de abdução, não envolve nenhuma consideração causal. (Resumidamente, o argumento é o seguinte: os sucessos empíricos de nossas melhores teorias seriam inexplicáveis, ou seja, seriam um milagre, se essas teorias não fossem verdadeiras, pelo menos parcialmente).²³ No entanto, de acordo com a abordagem *bottom-up*, a avaliação observacional da ocorrência de relações causais desempenha um papel crucial na defesa do realismo seletivo que proponho. Agora, mesmo que nos limitemos às explicações causais, como é possível avaliarmos seus respectivos méritos? Que critérios *a priori* devem ser usados? Para resgatar o poder justificador do raciocínio abduutivo, seria discutível decretar que a melhor explicação é aquela que se baseia em uma relação causal verificada. Nesse caso, não teríamos mais abdução, mas raciocínio indutivo. É claro que concordo que a explicação baseada em relações causais atestadas empiricamente é a melhor explicação. Mas é a melhor exatamente porque se baseia em observações e leis verificadas indutivamente *a posteriori*.

Mesmo que houvesse um consenso sobre as características que nos permitiriam classificar as explicações de acordo com seu grau de plausibilidade, o desafio que o realista que adota uma estratégia explicativa enfrenta é “mostrar como os julgamentos de semelhança [da verdade] são determinados, pelo menos em parte, por considerações explicativas” (LIPTON,

²³ Para uma crítica do argumento do milagre veja Ghins (2002).

2004, p. 61). Quanto a isso, concordo plenamente com van Fraassen (2017) de que não temos motivos para acreditar que considerações *a priori* sobre os méritos de uma explicação defendam sua solidez, ou seja, a verdade de suas premissas.

REFERÊNCIAS

AGAZZI, E. *Varieties of Scientific Realism: Objectivity and Truth in Science*. Berlin: Springer, 2017.

BUENO, O. Scientific representation: A long journey from pragmatics to pragmatics. In *Metascience* 20, pp. 423-428, 2011.

BLONDEAU, J.; GHINS, M. Is There an Intrinsic Criterion for Causal Lawlike Statements? In *International Studies in the Philosophy of Science* 26, pp. 381-401, 2012.

DESCARTES, R. *Principles of Philosophy*, translated with explanatory notes by V. R. Miller and R.P. Miller. Dordrecht: Reidel, 1982.

DOUVEN, I. Abduction. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2021 edition), ZALTA, E. (ed.), 2012. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/abduction/>>

GHINS, M. Scientific Realism and Invariance. In: *Proceedings of the Third SOFIA Conference on Epistemology. Campinas. July 30 - August 1, 1990. Philosophical Issues (Vol. 2: Rationality in Epistemology)*, pp. 249-62. California: Ridgeview, 1992.

_____. Putnam's No-Miracle Argument: a Critique. In CLARKE e LYIONS (eds.), *Recent Themes in the Philosophy of Science: Scientific Realism and Commonsense. Australasian Studies in History and Philosophy of Science Vol. 17*, pp. 121-138. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

_____. Empirical versus Theoretical Invariance and Truth (followed by a commentary by Bas van Fraassen). In *Logic, Thought and Action*. VANDERVEKEN, D. (ed.), *Logic, Epistemology and the Unity of Science. Vol. 2*, pp. 163-174. Berlin: Springer, 2005.

_____. Selective Scientific Realism: Representation, Objectivity and Truth. In AGAZZI, E. (ed.) *Varieties of Scientific Realism: Objectivity and Truth in Science*, pp. 109-131, 2017.

_____. Mechanistic Explanation: An Extension and Defence. In FALKENBURG, B.; SCHIEMANN, G. (eds.) *Mechanistic Explanations in Physics and Beyond. European Studies in the Philosophy of Science* 11. Ch. 6, pp. 93-110. Berlin: Springer, 2019.

_____. *Scientific realism and laws of nature. A metaphysics of causal powers*. The Synthese Library. Berlin: Springer. (No prelo).

HACKING, I. *Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science* Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

KITCHER, P. S. Real Realism: The Galilean Strategy. In *The Philosophical Review* 110, pp. 151-194, 2001.

LIPTON, P. *Inference to the best explanation*, 2nd ed. London: Routledge, 2004.

MAGNUS, P. D. Success, Truth and the Galilean Strategy. In *British Journal for the Philosophy of Science* 54, pp. 465-474, 2003.

MILL, J. S. *A System of Logic: Ratiocinative and Inductive*. London: Parker, 1843.

NOLA, R. The Optimistic Meta-Induction and Ontological Continuity: the Case of the Electron. In SOLER, L.; SANKEY, H.; HOYNINGEN-HUENE, P. (eds.) *Rethinking Scientific Change and Theory Comparison: Stabilities, Ruptures, Incommensurabilities*, pp. 159-202. Berlin: Springer, 2008.

PSILLOS, S. The view from Within and the View from Above: Looking at van Fraassen's Perrin. In GONZALEZ, W. J. (ed.), *Bas van Fraassen's Approach to Representation and Models in Science*, Synthese Library 368, pp. 143-166. Berlin: Springer, 2014.

PUTNAM, H. *Meaning and the Moral Sciences*. London: Routledge, 1978.

QUINE, W. V. O. Natural Kinds. In *Ontological Relativity and other Essays*, pp. 114-138. New York: Columbia University Press, 1969.

SALMON, W. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton: Princeton University Press, 1984.

VAN FRAASSEN, B. *The Scientific Image*. Oxford: Oxford University Press, 1980.

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

_____. Misdirection and Misconception in the Scientific Realism Debates. In AGAZZI, E. (ed.), *Varieties of Scientific Realism: Objectivity and Truth in Science*, pp. 95-108, 2017.

I – INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR

Michel Ghins

Professor Emérito na *Université Catholique de Louvain* (Bélgica). Após concluir o Mestrado em Física, em Louvain, e o Mestrado em Filosofia, em Pittsburgh, ele obteve seu Doutorado em Filosofia sobre os fundamentos das teorias do espaço-tempo em Louvain. Lecionou história da ciência, filosofia da ciência e filosofia da natureza em várias universidades, incluindo a Universidade de Campinas (Brasil), a Universidade Gregoriana (Roma) e a Universidade de

Turim. É membro do Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (Campinas) desde 1982. Publicou vários livros e inúmeros artigos em revistas internacionais sobre os fundamentos do espaço-tempo, realismo científico, modelos e representação, explicação, causalidade e metafísica das leis. Seu último livro, *Scientific Realism and Laws of Nature: A Metaphysics of Causal Powers*, será lançado na *Synthese Library* (Springer). Além disso, é vice-presidente da *International Academy of Philosophy of Science* (AIPS). E-mail: michel.ghins@uclouvain.be

II – INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Recebido em: 30 de outubro de 2023

Aprovado em: 10 de novembro de 2023

Publicado em: 24 de dezembro de 2023