

# EXPLORANDO A DEFINIÇÃO DE OBJETIVIDADE A PARTIR DE HISTÓRIAS POSSÍVEIS DA CIÊNCIA

OSVALDO PESSOA JR.

*Universidade de São Paulo*

opessoa@usp.br

**Resumo:** O termo “objetividade” possui dois sentidos básicos: o de veracidade (no sentido de verdade por correspondência) e o de intersubjetividade. Neste artigo exploramos o segundo sentido, argumentando que ele é consistente tanto com um realismo epistemológico quanto com uma visão construtivista. Pode-se conceber a objetividade como a invariância de um resultado diante da mudança de observador; neste trabalho, explora-se a definição de objetividade como invariância ante mudança nas histórias possíveis da ciência. Apontamos exemplos de fatos, leis, perguntas e instrumentos que podem ser considerados objetivos. Porém, ao considerarmos teorias como um todo, se houver duas ou mais teorias que são subdeterminadas pelos dados experimentais, isso poderia implicar que elas não são objetivas, se houver histórias possíveis plausíveis da ciência nas quais teorias distintas são adotadas, para uma mesma área científica. A concepção objetivista da ciência é contrastada à concepção relativista, por meio de árvores de histórias possíveis. Definem-se então o realismo especular, o realismo não especular, o construtivismo objetivista e duas formas de relativismo.

## 1. Introdução

Dizer que um campo de atividade humana possui *objetividade* significa que seus procedimentos geram resultados reproduzíveis por diferentes pessoas em diferentes épocas e lugares, quaisquer que sejam seus pressupostos e valores. Em que medida a ciência é objetiva? Utilizando a noção de histórias possíveis, examinaremos brevemente as visões de filósofos como Popper e Kuhn, para delinear quais partes da ciência são invariantes ante mudança de história possível.

Caracterizada assim a objetividade da ciência, surge a questão de como explicar essa objetividade (onde ela existe). Duas tradições se apresentam. O *realismo* argumenta que a melhor explicação para a objetividade é o fato de a ciência espelhar uma realidade imutável (no caso das ciências naturais). Por outro lado, argumentos *construtivistas* dão conta de pelo menos parte da objetividade científica a partir da estrutura de nosso aparelho cognitivo.

## 2. Dois sentidos de objetividade

Conforme análise de Cupani (1989, p. 18), a concepção tradicional do termo “objetividade”

designa [1] a *pretensão* que define a Ciência como conhecimento (adequar-se ao seu objeto, sendo desse modo um saber verdadeiro); [2] o *modo* de garantir essa pretensão (o controle intersubjetivo); [3] e a *condição* para exercitá-la (a superação dos elementos de valor puramente pessoal). Uma afirmação é “objetiva” se - e à medida que - [1] atinge seu objeto [é verdadeiro], [2] vale para todos e [3] não se prende a peculiaridades pessoais.

Desta definição, pretendo extrair duas acepções básicas do termo. OBJETIVIDADE<sub>1</sub> refere-se à adequação do conhecimento a seu objeto, sendo um termo que se aplica ao conhecimento “verdadeiro”, no sentido da concepção de verdade por correspondência. É o atributo de uma proposição cujo valor de verdade é independente do sujeito (item 1 da citação acima). Esta acepção está vinculada ao realismo epistemológico (Cupani 1989, p. 20).

OBJETIVIDADE<sub>2</sub> refere-se à *intersubjetividade*, às situações em que o método científico gera um mesmo resultado, independente das diferenças pessoais ou culturais entre os cientistas (itens 2 e 3). É o atributo de uma descrição com a qual a maioria dos cientistas concorda, usando os métodos científicos.

A primeira acepção de objetividade é às vezes defendida de maneira apaixonada por realistas científicos:

O realismo é a única posição consistente com o sentido robusto de objetividade que defendo. Representacionismo, idealismo, nominalismo e teorias antirrealistas da verdade não podem suprir um relato adequado de objetividade. Ou eles caem no subjetivismo ou preservam a aparência de objetividade ao redefinirem a objetividade como intersubjetividade, ou seja, como convenção social ou subjetivismo coletivo. (Machan 2004, p. 6.)

Esta citação faz uma crítica à OBJETIVIDADE<sub>2</sub>, igualando-a ao mero consenso de uma comunidade. Sabemos que o mero consenso de uma comunidade específica não é suficiente para caracterizar a OBJETIVIDADE<sub>2</sub>. O que se busca com este termo é um consenso mais geral, que perpassa culturas, como na noção de Peirce de “verdade”:

A verdade é aquela concordância de um enunciado abstrato com o limite ideal para o qual uma investigação sem fim tenderia a levar a crença científica [...]. (Peirce 1935 [1901], CP 5.565.)

O real, então, é aquilo no qual, mais cedo ou mais tarde, a informação e o raciocínio ao final resultariam, e que portanto é independente dos caprichos de eu e você. Assim, a própria origem da concepção de realidade mostra que essa concepção envolve essencialmente a noção de uma *comunidade*, sem limites definidos, e capaz de um aumento indefinido de conhecimento. (Peirce 1935 [1868], CP 5.311.)

Não adoto essas definições de “verdade” e “real” do filósofo estadunidense, mas o que ele chama de “verdade” se enquadra bem na noção de OBJETIVIDADE<sub>2</sub>: trata-se não do consenso de uma comunidade em particular, mas do limite ulterior para o qual a investigação científica levaria qualquer cultura. Exploraremos esse sentido do termo ao caracterizarmos a OBJETIVIDADE<sub>2</sub> em termos de histórias possíveis da ciência.

Mesmo assim, não é preciso apelar para um limite ideal ou histórias possíveis para diferenciar “mero consenso” de “conhecimento objetivo”. Por exemplo, a crença de toda uma sociedade antiga na existência de deuses mitológicos pode ter sido um consenso, mas esta postulação de entidades inobserváveis não se deu pelo método científico, ao qual a noção de OBJETIVIDADE<sub>2</sub> está acoplada. Nesse sentido, Deus pode até ser real, mas seu conhecimento não é objetivo<sub>2</sub>. Por outro lado, pode haver OBJETIVIDADE<sub>2</sub> no conhecimento comum (pré-científico), como na constatação dos romanos de que o Monte Vesúvio entrou em erupção, algo facilmente constatável através da visão.

Neste trabalho investigarei a segunda acepção de objetividade, enquanto intersubjetividade, concepção que é aceitável para toda uma ampla gama de posições epistemológicas, realistas e anti-realistas. Mesmo assim, neste estudo adotarei uma perspectiva filosófica que aceita o realismo ontológico, na medida em que tratarei de uma realidade pré-existente ao ser humano, com propriedades que em princípio poderiam ser capturadas pela ciência. Por outro lado, aceitarei a possibilidade de que o realismo epistemológico seja falso, ou seja, de que em certos casos o retrato de mundo fornecido pela ciência, mesmo que *causado* pela realidade, possa ser falso, ainda que objetivo<sub>2</sub>. Ou seja, pode haver OBJETIVIDADE<sub>2</sub> em um campo científico, mesmo que o retrato de mundo construído não seja um espelho da realidade, mas apenas um espelho deformado, sem que saibamos a natureza da deformação.

### 3. Objetividade como invariância ante mudanças de situação

A noção de OBJETIVIDADE<sub>2</sub> exprime a situação em que um resultado científico é aproximadamente o mesmo para qualquer cientista que adote os cânones do método científico. Isso pode ser expresso pela noção de *invariância* de um resultado diante da mudança de observador.

A noção mais comum de OBJETIVIDADE<sub>2</sub> é a de invariância ante a mudança *laboratorial humana*. Ou seja, a descrição de um fenômeno é a mesma para

diferentes observadores humanos que entrem no laboratório e examinem o fenômeno com critérios científicos. Um sentido mais amplo seria a OBJETIVIDADE<sub>2</sub> como invariância ante mudança *laboratorial extra-humana*, ou seja, levando em conta o que qualquer ser perceptível fisicamente possível (como um “marciano”) observaria.

Tomemos um exemplo. Ao se aquecer o gás de sódio (definido em termos de seu número atômico) em um recipiente fechado, ele adquire uma coloração amarela. Quando esta radiação passa por um prisma, o que se pode observar visualmente é a presença de linhas discretas, ao invés de um espectro contínuo (como é o caso de um arco-íris). Dessas raias, um par de linhas muito próximas se destaca na região do amarelo-laranja: são as chamadas “linhas D”. Este é um fato objetivo<sub>2</sub>? Sim, no sentido laboratorial humano, pois qualquer ser humano que faça o experimento observará as linhas D com uma cor parecida com a da banana madura. Porém, um marciano poderia não ter um sentido acurado de visão, ou não ver cores da maneira que fazemos. Cores, no sentido subjetivo de qualia, não são objetivos no sentido extra-humano. No entanto, há um fato objetivo<sub>2</sub> no sentido laboratorial extra-humano, pois os equipamentos científicos dos marcianos certamente poderão identificar as linhas D da radiação do sódio que passa pelo prisma. Esta distinção pode ser formulada com a clássica distinção entre qualidades primárias e secundárias: estas são apenas objetivas<sub>2</sub> para seres humanos, ao passo que as primeiras seriam objetivas<sub>2</sub> mesmo no sentido extra-humano. Com isso, realistas concluem que as qualidades primárias são reais, ou objetivas<sub>1</sub>, ao passo que um construtivista kantiano se recusará a dar este passo adicional.

Mencionemos agora dois exemplos de invariância na física moderna. Na teoria da relatividade restrita, o que é caracterizado como objetivo (até no sentido extra-humano) é o que é invariante ante mudanças de referenciais inerciais. Segundo a interpretação einsteiniana desta teoria, distâncias espaciais entre eventos não seriam objetivas, e nem a duração temporal marcada por um relógio. Porém, há grandezas que são invariantes ante mudanças de referenciais inerciais, como o chamado “intervalo espaço-temporal”. Na física quântica, a função de onda  $\Psi$  de um sistema microscópico pode ser considerada objetiva (dentro de um mesmo referencial inercial), na medida em que é invariante ante mudanças do observável sendo medido. Vemos assim que a definição de OBJETIVIDADE<sub>2</sub> por meio de invariância é relativa à classe de situações que mudam.

Neste trabalho, apresentarei a concepção de que a OBJETIVIDADE<sub>2</sub> pode ser caracterizada (mesmo no sentido extra-humano) como aquilo que permanece invariante ante alterações nas “histórias possíveis” da ciência.

#### 4. Objetividade como invariância ante histórias possíveis

Há certos fatos que são considerados objetivos<sub>2</sub> de maneira consensual, pelo menos por aqueles que não defendem um construtivismo sociológico radical. Por exemplo, que o DNA (a molécula que codifica a herança genética nos seres vivos terrestres) é uma dupla hélice. Ou que houve a queda de um grande meteoro em Chicxulub, a mais ou menos 65 milhões de anos atrás. Essa objetividade parece se estender para leis científicas também, dentro de certas aproximações, como a lei de Ohm e a lei da gravitação de Newton.

No exemplo do DNA, qualquer biólogo molecular que tenha acesso aos dados relevantes irá concordar que esta molécula é uma dupla hélice. Mas será que esta invariância ante mudança laboratorial humana, em nosso mundo atual, garante que este é um fato objetivo<sub>2</sub> (em sentido extra-humano)? Será que tal concordância intersubjetiva não poderia ser o resultado da cultura científica ecumênica na qual fomos educados, não poderia ser um “artefato” do método científico? Se alterações em nossa cultura levassem a uma mudança em nossa concepção do DNA, então tal concepção claramente não deve ser classificada como objetiva<sub>2</sub>, em sentido amplo. Em contrapartida, se a concepção se manter invariante ante mudanças nas histórias possíveis da ciência, então tal concepção deve ser caracterizada como objetiva<sub>2</sub>.

Há várias maneiras de definir uma história possível, dependendo da classe de histórias que seja considerada. Uma classe bastante restrita envolve a “possibilidade temporal” ou possibilidade futura, que é classe de mundos  $W_T$  que são idênticos ao mundo atual até o presente instante, mas diferem a partir do presente instante, no futuro. Tal classe é consistente com a ideia de que o futuro é aberto, ou seja, a ciência pode tomar diferentes rumos no futuro, dependendo de nossas escolhas e de eventos fortuitos.

A classe  $W_C$  da “possibilidade causal” envolve aqueles mundos construídos a partir de uma “volta ao passado” para qualquer instante de referência  $t_0$ , seguido de uma consideração de todas as possibilidades futuras a partir de  $t_0$ . As histórias assim definidas, que são diferentes da história atual, são chamadas “histórias contrafactuais”. Outras classes mais gerais de histórias possíveis podem ser definidas, até atingir os mundos “logicamente possíveis”, mas não há necessidade de considerá-los aqui (ver Pessoa 2013).

No exemplo da descoberta de que o DNA é uma dupla hélice, feita por Watson & Crick em 1952, podemos tomar como tempo de referência o ano 1800, e imaginar cem histórias possíveis se desdobrando a partir deste ano (para mais detalhes desse procedimento, ver Pessoa 2009). Será que, em todos esses mundos possíveis, os seres humanos chegariam, mais cedo ou mais tarde, à conclusão de que o DNA é uma dupla hélice? Em caso positivo, isso seria um indício de que estamos lidando com um fato objetivo<sub>2</sub>. Para tornar a análise mais completa, teríamos que considerar (abstratamente) todos os tempos de referência, até o início da vida na Terra, para ver se os seres inteligentes que

eventualmente desenvolveriam uma ciência chegariam à conclusão de que o DNA é uma dupla hélice. Em caso positivo, diríamos que este é um fato objetivo.

Poderia acontecer, em algum mundo possível surgido a partir de um tempo de referência de 3000 anos atrás, que uma tragédia global destruísse definitivamente a instituição científica. Se este caso fosse possível, ele não alteraria a conclusão de que o fato em questão é objetivo<sub>2</sub>, pois estamos interessados em saber se em todos os mundos com uma instituição científica “saudável” o DNA seria considerado uma molécula em dupla hélice.

Está claro que não temos condições de vislumbrar corretamente como seriam todos esses mundos causalmente possíveis, mas o ponto que queremos salientar é que a OBJETIVIDADE<sub>2</sub> pode ser *definida* como invariância ante histórias possíveis. No caso do DNA, não temos condições de vislumbrar todas as histórias contrafactuais, mas é intuitivamente razoável que ele seria equiparado a uma dupla hélice, mais cedo ou mais tarde, em todos os mundos com uma ciência saudável. Tratar-se-ia, então de um fato objetivo<sub>2</sub>.

Quais os avanços ou contribuições científicos que podem ser considerados objetivos, nesse sentido? Já mencionamos fatos e leis empíricas. E avanços experimentais, como um *instrumento científico*? Será que um microscópio composto teria surgido em todos os mundos causalmente possíveis? Em caso positivo, poderíamos dizer (segundo a presente definição) que o instrumento é “objetivo<sub>2</sub>”, apesar de esta nomenclatura não ser comumente usada. E um *problema*, ele pode ser objetivo? Se surgir em todos os mundos, como o problema de como construir um aeroplano, então ele pode ser considerado objetivo. E uma definição? E dados empíricos? E um experimento? E uma teoria?

Pensemos na questão de se uma *teoria científica* é objetiva<sub>2</sub>. Ora, uma teoria envolve um grande conjunto de teses e modelos concatenadas. São notórios os exemplos de teorias construídas a partir de teses distintas que resultam no mesmo conjunto de previsões verificáveis, ou seja, a mesma adequação empírica (por exemplo, as interpretações de Einstein e de Lorentz para a teoria da relatividade restrita, ou de Maxwell e Weber para o eletromagnetismo clássico). Nesse sentido, fala-se em “subdeterminação” das teorias pelos dados empíricos.

Apliquemos agora nosso critério, de invariância ante mudança de histórias possíveis, para teorias científicas. Se pudéssemos retroceder até o ano de referência 1700, e examinássemos cem histórias que se desenvolvessem desde então, será que todos os mundos adotariam a teoria maxwelliana do eletromagnetismo, ou alguns adotariam a interpretação weberiana? Se tivermos razões para concluir que a weberiana é empiricamente equivalente à interpretação maxwelliana, como alguns argumentam (*cf.* Assis 1995), poderemos supor que algumas dessas histórias possíveis adotaria a teoria weberiana como versão do Eletromagnetismo Clássico, e nesse sentido nenhuma das duas interpretações seria objetiva<sub>2</sub>. Porém, as partes da teoria que fossem semelhantes, como o enunciado da lei de Ohm, por exemplo, seriam objetivas<sub>2</sub>.

Tomemos agora o exemplo da Teoria da Relatividade Restrita. Pode-se argumentar que a interpretação de Einstein é mais simples do que a de Lorentz, pois esta prevê contração da matéria que se desloca em relação ao éter, mas tal contração não poderia ser verificada diretamente, por procedimentos experimentais independentes (ou seja, seria uma hipótese “ad hoc”). Como o valor cognitivo da simplicidade é tão importante para a ciência, poderia ocorrer que todos os mundos possíveis, gerados a partir de 1700, acabassem escolhendo a interpretação einsteiniana, mesmo que, na realidade, a outra interpretação fosse mais próxima da verdade. Este então seria um exemplo em que OBJETIVIDADE<sub>2</sub> não coincidiria com OBJETIVIDADE<sub>1</sub>. Tais situações não costumam ser graves porque a ciência está ainda em estado contínuo de crescimento, e eventualmente surgem evidências empíricas, mesmo que indiretas (como a consistência com teorias mais gerais, como a Teoria da Relatividade Geral), em favor de uma interpretação básica. Mas pode-se esperar que quando a ciência exaurir seus limites teóricos de crescimento (*cf.* Rescher 1999), um realista científico terá que admitir a possibilidade de nossa melhor teoria não corresponder à realidade, ou de haver uma teoria preterida que corresponda melhor à realidade.

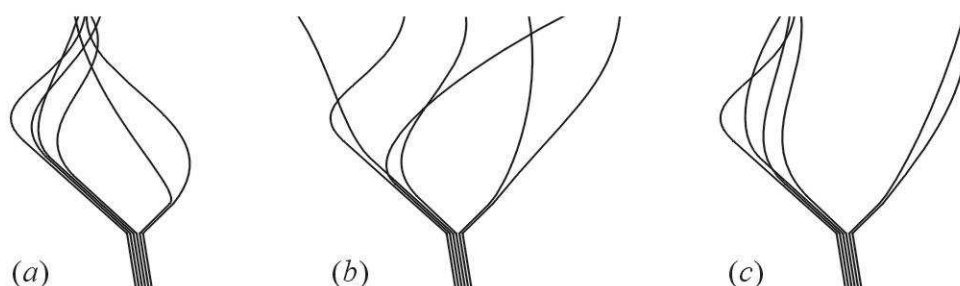


Figura 1: Três árvores de histórias possíveis da ciência. O eixo vertical representa o tempo, e o horizontal identifica variações em um certo tipo de avanço, como nos enunciados de teorias científicas (relativas a uma área específica). Cada galho corresponde a um mundo causalmente possível. (a) A concepção objetivista, segundo a qual as teorias nos diferentes tendem a convergir no futuro. (b) A concepção relativista absoluta. (c) Uma concepção intermediária, de convergência apenas dentro de grandes paradigmas (para maiores detalhes, ver Pessoa Jr. 2009).

Em textos anteriores (Pessoa Jr. 2006, 2009), explorei como diferentes noções de progresso científico podem ser representadas por um conjunto de histórias possíveis. A postura que supõe que as histórias possíveis, relativas a um certo tipo de avanço (fatos, leis, teorias), acabam convergindo no futuro, pode ser chamada de postura *objetivista*, como a defendida por Peirce, Popper ([1963] 1994, p. 257-8) e boa parte da tradição em filosofia da ciência (realista ou antirrealista). Já uma postura *relativista*, que Kuhn (2001 [1962], p. 215-6; 1979 [1970], p. 326) defendeu com relação a teorias, concebe uma situação em que

as diferentes histórias possíveis não convergem no futuro. Essas duas situações são resumidas nos diagramas de histórias possíveis da Fig. 1 (acima), juntamente com uma situação intermediária, de convergência de histórias possíveis dentro de grandes paradigmas.

Não pretendo defender uma dessas posturas em detrimento da outra, mas sim analisar com um pouco mais de detalhe a postura objetivista, e sua relação com o realismo científico.

## 5. Explicações para a objetividade

Na medida em que a pesquisa científica é objetiva<sub>2</sub>, haveria uma tendência de convergência entre as ciências de diferentes mundos causalmente possíveis. Supondo que haja aspectos da pesquisa científica que sejam objetivos, como explicar esta OBJETIVIDADE<sub>2</sub>? Há basicamente dois tipos (não-excludentes) de explicação para este *objetivismo*, que chamarei “realismo” e “construtivismo”.

(1) *Realismo*. Existiria um mundo real que serve como meta pré-fixada em relação à qual a ciência se direciona. A parte da realidade, que é o objeto de investigação do campo científico em questão, serviria como um “atrator” para a evolução da ciência. Pode-se também falar que a realidade é a “causa” de uma teoria científica adquirir um certo conteúdo ou estrutura. Esta posição poderia ser dividida em duas.

(1.1) *Realismo especular*. Haveria uma correspondência direta entre teoria e realidade, e a teoria seria um “espelho da realidade” de maneira análoga à que um espelho reflete uma cena. A clássica noção de “qualidade primária” exprimiria isso. Assim, o DNA seria de fato como o representamos, uma dupla hélice tridimensional. Esta classe englobaria desde um realismo ingênuo até um realismo estrutural, para o qual apenas as *relações* do mundo real são capturadas fidedignamente pela ciência.

(1.2) *Realismo não especular*. Haveria uma correspondência entre teoria e realidade, mas ela poderia ser “convoluída”, ou seja, seria expressa matematicamente por uma função não linear. Por exemplo, talvez o DNA possua, na realidade, uma figura geométrica complicada em um espaço de dez dimensões. Porém, tal realidade serviria de atrator para a biologia molecular, havendo uma correspondência bem definida (aos “olhos de Deus”) entre esta realidade deca-dimensional e a dupla hélice tridimensional. Em Pessoa (2006), sugerimos outro exemplo, chamado de “nova alegoria da sombra”, e exploramos também a analogia entre a evolução do conhecimento e a evolução biológica, em que o ambiente serve de atrator para a evolução convergente.

(2) *Construtivismo objetivista*. A convergência de teorias em diferentes histórias possíveis poderia ser consequência de restrições internas impostas à construção da ciência. Tais restrições, como a busca por simplicidade, não seriam causadas pela realidade, e teriam caráter semelhante às convenções de Poincaré



e aos princípios regulativos de Kant. Esta posição é próxima ao realismo não especular, mas evitar-se-ia aqui falar em correspondência (mesmo que convoluída) com a realidade.

Temos assim três explicações metateóricas para a OBJETIVIDADE<sub>2</sub>, ou seja, para a evolução convergente da Fig. 1a. Para completar, apresentamos as metateorias por trás das visões não objetivistas representadas pelas Figs. 1b e 1c.

(3a) *Relativismo absoluto*. A evolução da ciência é concebida como a árvore aberta, da Fig. 1b. Segundo Kuhn, pode-se definir progresso dentro de um mesmo galho, mas em momentos de revolução científica a ciência pode seguir por um caminho ou outro, dependendo de causas externas a ciência.

(3b) *Relativismo relativo ao paradigma*. Esta seria uma posição intermediária entre o objetivismo e o relativismo. Haveria objetividade apenas dentro de um grande paradigma, ou seja, haveria convergência de histórias possíveis após a consolidação de um grande paradigma. Como exemplo de dois grandes paradigmas distintos, temos a visão atomista adotada pela ciência ocidental versus a concepção oscilatória do taoísmo chinês (ver Pessoa 2009, p. 119). Segunda esta metateoria, uma vez consolidado um grande paradigma, haveria uma forte tendência de ela se conservar.

Lembremos, por fim, que se podem classificar os diferentes tipos de avanços (teorias, leis, explicações, problemas, instrumentos, experimentos, dados) segundo diferentes posturas metateóricas (realismo especular, não especular, construtivismo objetivista ou relativismo).

## Referências

- Assis, A.K.T. 1995. *Eletrodinâmica de Weber*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Cupani, A. 1989. A objetividade científica como problema filosófico. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física* 6 (número especial): 18-29.
- Kuhn, T.S. 2001 [1962]. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. B.V. Boeira & N. Boeira. 6ª ed. São Paulo: Perspectiva. Original em inglês: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. 2ª ed.: 1970.
- . 1979 [1970]. Reflexões sobre meus críticos. In: Lakatos, I. & Musgrave, A. (orgs.) *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. Trad. O.M. Cajado. São Paulo: Cultrix, p. 285-343. Original em inglês: 1970. Reflection on my critics. In: Lakatos & Musgrave (orgs.), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 231-78.
- Machan, T.R. 2004. *Objectivity: Recovering determinate reality in philosophy, science, and everyday life*. Burlington (VT): Ashgate.
- Niiniluoto, I. 1999. *Critical Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press.
- Peirce, C.S. (1935), *The Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Vols. V e VI. Org. por C. Hartshorne & P. Weiss. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Pessoa Jr., O. 2006, Progresso científico visto da perspectiva das histórias contrafactuais. In: Stein, S.I.A. & Kuiuava, E.A. (orgs.), *Linguagem, Ciência e Valores: Sobre as representações humanas do mundo*. Caxias do Sul: Educs, p. 165-81.
- . 2009. Scientific progress as expressed by tree diagrams of possible histories. In: Mortari, C.A. & Dutra, L.H.A. (orgs.). *Anais do V Simpósio Internacional Princípios*. Coleção Rumos da Epistemologia, vol. 9. Florianópolis: NEL-UFSC, p. 114-22.
- . 2013. Como construir um mundo causalmente possível? A sair em *Ideação* **28**.
- Popper, K.R. 1994 [1963]. Verdade, racionalidade e a expansão do conhecimento científico. In: *Conjecturas e Refutações*. Trad. S. Bath. 3ª ed. Brasília: Editora da UnB, p. 241-76. Original em inglês: Truth, rationality, and the growth of scientific knowledge. In: *Conjectures and Refutations*. Londres: Routledge, p. 215-50.
- Rescher, N. 1999. *The Limits of Science*. 2ª ed. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

\* \* \*