

FEYERABEND E A CRÍTICA ÀS CONDIÇÕES EMPIRISTAS DE REDUÇÃO INTERTEÓRICA

FEYERABEND AND THE CRITICISM OF EMPIRICIST CONDITIONS ABOUT INTER-THEORETICAL REDUCTION

*Tiago Luís Teixeira de Oliveira*¹

Resumo: Neste artigo farei uma breve exposição dos modelos de redução teórica de Hempel e Nagel e de dois exemplos históricos propostos por Feyerabend para sugerir a insuficiência de tais modelos para advogar um progresso científico. Argumentarei que Feyerabend não consegue refutar totalmente a lógica da redução pelos exemplos dados, contribuindo, no entanto para enfraquecê-la. Concluirei que uma possível contribuição da crítica feyerabendiana se traduz no campo da virtude epistêmica de evitar o dogmatismo.

Palavras-chave: Feyerabend. Progresso científico. Redução. Explicação.

Abstract: In this paper I will do a briefly exposition about Hempel's and Nagel's theory of reduction and also about two historical examples proposed by Feyerabend in order to suggest the insufficiency of those models in claim scientific progress. I will argue that Feyerabend didn't refute totally the logical of reduction with the given examples, contributing, however, to weaken it. I will conclude that a possible contribution from feyerabendian's criticism is seen on the field of epistemical virtue of avoid dogmatism.

Keywords: Feyerabend. Scientific progress. Reduction. Explanation.

* * *

Introdução

O filósofo vienense Paul Feyerabend (1924-1994) assumiu ao longo de sua trajetória filosófica uma versão do realismo científico que permite mudanças nas concepções ontológicas sustentadas pela apresentação de novas teorias. No artigo *An attempt at a realistic interpretation of experience* (1958) o filósofo sustenta que se as teorias que explicam determinados fatos se modificam, a própria linguagem descritiva dos fatos pode sofrer alterações e, conseqüentemente, também o significado atribuído aos termos observacionais. Essa tese foi chamada por Feyerabend de Tese 1: “A interpretação de uma linguagem observacional é determinada pelas teorias que usamos

¹ Doutorando em Filosofia pela UFMG. Professor dos Colégios Santo Antônio e Sagrado Coração de Jesus (Belo Horizonte-MG)

para explicar o que observamos, e ela muda tão logo quanto aquelas teorias mudam” (FEYERABEND, 1981a. p. 31).

Além de contrariar a noção de que os enunciados observacionais são teoricamente neutros, a Tese 1 abala seriamente outro pressuposto de uma visão positivista da ciência: a *condição de consistência*. Trata-se da perspectiva segundo a qual uma nova teoria só deve ser introduzida se for compatível (ou consistente, para usar o termo em questão) com o atual estado do conhecimento teórico. Isto é, uma nova teoria só é considerada forte candidata a substituir outra se ela explica os mesmos dados empíricos já cobertos pela teoria a ser substituída, se ela introduz novo conteúdo empírico e se, ainda por cima, explica a razão pela qual a teoria antiga falhou.

Considerando T a teoria a ser substituída e T* a teoria candidata a substituí-la, T* deve substituir T se, e somente se:

- a) T* é bem sucedida onde T é bem sucedida
- b) T* é bem sucedida onde T falha
- c) T* explica porque T foi bem sucedida onde o foi e porque T falhou onde falhou.

Tendo em vista que o positivismo lógico sustenta o ideal de unificação da ciência, bem a crença na neutralidade da linguagem observacional, a condição de consistência se torna, na leitura feyerabendiana do positivismo, um critério absolutamente necessário para estabelecer a ocorrência de um progresso científico. A teoria (T) substituída, dessa forma, não passaria de um caso mais restrito, obtido por dedução da teoria nova (T*), mais ampla e mais completa.

Para Feyerabend, a exigência de consistência é demasiadamente conservadora. O progresso científico assim pensado é fruto de acúmulo (nunca de rupturas) e guarda um elemento cuja racionalidade é dubitável: a condição de consistência dá primazia a uma teoria pelo simples fato de ela ter sido descoberta antes.

Duas doutrinas paradigmáticas que, para Feyerabend, sustentam a condição de consistência são a lógica da explicação, de Carl Hempel e Paul Oppenheim, e a lógica da redução, de Ernst Nagel. Em seu artigo *Explanation, reduction and empiricism* (1962), Feyerabend procura analisar criticamente essas teorias. A proposta do autor é oferecer contraexemplos históricos à formulação da teoria da explicação e da redução, problematizando a noção de progresso por acúmulo, mostrando que tais abstrações se distanciam da prática científica real e mostrando as consequências indesejáveis de uma exigência acumulativista.

Nas próximas linhas procurar-se-á explicar brevemente as condições de redução e explicação que foram aludidas, recorrendo a alguns exemplos ilustrativos. Este artigo pretenderá analisar criticamente a resposta de Feyerabend a esse modelo positivista de progresso científico. Dois contraexemplos que o filósofo considera suficientes para refutar as condições de redução nageliana e explicação hempeliana serão expostos. Ao contrário de Feyerabend, no entanto, este artigo pretende sugerir que os exemplos feyerabendianos não refutam, apesar de enfraquecer a lógica da explicação e da redução. A conclusão do artigo sugerirá que Feyerabend descobriu um vício epistêmico na noção de progresso científico por acúmulo: um dogmatismo incompatível com a busca do conhecimento. A ameaça desse dogmatismo é condição suficiente para repensar a noção de que novas teorias precisam ser absolutamente consistentes com as antigas e a crítica de Feyerabend mostra-se relevante.

1. Breve descrição da teoria da explicação de Hempel e Oppenheim e da teoria da redução de Nagel

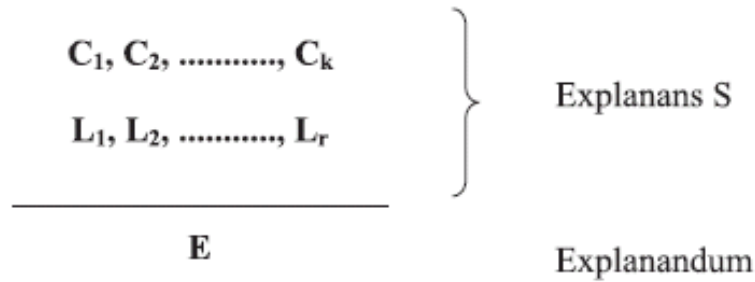
As teorias da explicação e da redução analisadas criticamente por Feyerabend pretendem apenas apresentar condições lógicas de derivação dedutiva, isto é, apresentar a explicação científica como demonstração de que o fenômeno a ser explicado (*explanandum*) é uma consequência lógica de leis gerais e condições antecedentes (que juntas constituem o *explanans*) e provar que a redução de uma ciência mais restrita (secundária), nos termos de uma ciência mais ampla (primária), também obedece à lógica dedutiva.

A explicação, segundo Hempel e Oppenheim, demanda as seguintes condições:

O *explanandum* deve ser uma consequência lógica do *explanans*; em outras palavras, o *explanandum* precisa ser logicamente dedutível da informação contida no *explanans*, de outro modo o *explanans* não constituiria um chão apropriado para a explicação. (HEMPEL e OPPENHEIM, 1948, p. 137)

Para esses autores, portanto, a explicação nada mais é do que um procedimento dedutivo, que tem por premissas (1) os enunciados para leis gerais e (2) os enunciados para as condições antecedentes (condições anteriores ou simultâneas ao fenômeno a ser explicado). Como trata-se de uma consequência lógica, o *explanandum* será verdadeiro se decorre logicamente das premissas (1) e (2) e se (1) e (2) são enunciados verdadeiros.

A explicação obedece ao seguinte esquema, onde C_k são as condições e L_r são as leis gerais:



Para efeito de compreensão, o modelo hempeliano significa simplesmente que dados um conjunto de leis e um conjunto de condições (ambos os conjuntos verdadeiros para que a dedução conduza a uma consequência verdadeira) o efeito E é uma consequência logicamente esperada.²

A teoria da redução de Nagel sustenta um grau semelhante de dependência dedutiva, com a particularidade de diferenciar dois tipos de redução: a homogênea e a heterogênea. A primeira é um caso de simples expansão da teoria e a segunda uma transposição da teoria em termos de outra criada originalmente para um campo diferente da ciência. Se uma teoria pode ser deduzida de outra, então é possível reduzi-la à teoria mais ampla. Quaisquer alterações de significado dos termos reduzidos não passam de mal-entendidos linguísticos, facilmente contornáveis com o devido estudo da teoria mais abrangente e a explicitação de regras de correspondência para os termos da ciência a ser deduzida, que inexitem na teoria em que se fará a redução. Segundo Nagel, uma redução:

é uma explicação de uma teoria ou de um conjunto de leis experimentais estabelecidas em um campo de investigação por outra teoria formulada habitualmente, ainda que não invariavelmente, para outro domínio. Para maior brevidade, chamaremos ao conjunto de teorias ou leis experimentais que são reduzidas a outra teoria de “ciência secundária”, e à teoria à qual se efetua ou se propõe a redução de “ciência primária”. Muitos casos de redução parecem ser passos normais na expansão progressiva de uma teoria científica e raramente surgem sérias perplexidades ou equívocos. (NAGEL, 1974. p. 312)

² Um estudo pormenorizado sobre o modelo nomológico-dedutivo de Hempel e a questão da simetria da explicação pode ser visto em AGUIAR, Túlio Roberto Xavier de. As simetrias do modelo hempeliano de explicação. *Kriterion*, Belo Horizonte, v. 46, n. 111, Junho 2005.

O tipo de redução homogênea referido na citação (cujo caso aparenta ser o de expansão progressiva) é exemplificado por Nagel na expansão da teoria mecânica. Embora a mecânica tenha sido desenvolvida para explicar o movimento de massas pontuais, ela se estendeu aos corpos rígidos e deformáveis. O mesmo, segundo Nagel, ocorreu na redução das leis de Galileu sobre a queda livre nos termos da mecânica e da gravitação de Newton. A incorporação de fenômenos terrestres e celestes no mesmo domínio teórico não seria mais do que o resultado de uma redução entre estados qualitativamente homogêneos.

Tal grau de aparente continuidade não é encontrado nos casos em que as características dos fenômenos de determinada teoria se difere qualitativamente do quadro empírico da ciência primária. “Em tais casos”, diz Nagel,

as características distintivas que são o objeto da ciência secundária caem no âmbito de uma teoria que pode haver sido elaborada inicialmente para abordar elementos qualitativamente diferentes e que nem sequer inclui alguns dos termos descritivos característicos da ciência secundária em seu próprio conjunto de distinções teóricas básicas. Assim, a ciência primária parece apagar distinções familiares como se fossem fictícias e parece sustentar que características *prima facie* indiscutivelmente diferentes das coisas são, na realidade, idênticas. (NAGEL, 1974, p. 313)

Um exemplo de redução ‘heterogênea’ é a explicação da termodinâmica nas bases da mecânica estatística e da teoria cinética da matéria. Enquanto a lei dos gases perfeitos aplica-se somente num domínio restrito e não faz alusão a partículas elementares da matéria, a mecânica estatística refere-se a corpos em todos os estados físicos e depende do movimento atômico. Reduzir a primeira teoria à segunda requer mais do que simples reconhecimento de progresso do conhecimento. Na verdade, tal redução requer um novo significado para o termo “temperatura”, que passa a ser vista não mais como uma medida do calor, mas como uma média da energia produzida pelo movimento molecular. A formulação da lei de Boyle-Charles é a seguinte (onde P é a pressão, V é o volume, T a temperatura de um gás ideal num sistema isolado, e k é constante):

$$(T_1) PV = kT$$

Com o uso de regras de correspondência devidamente estabelecidas na teoria cinética, o cálculo da pressão das moléculas do gás sobre a parede é feito por estatística, pela medição da energia cinética média E , resultando que

$$(T_2) P = 2E/3V \text{ (ou } PV = 2E/3).$$

Deduz-se de (T_1) e (T_2) que

$$2E/3 = kT.$$

A fórmula encontrada expressa a proporcionalidade entre a temperatura T e a energia cinética E . Nagel entende, portanto, que

a lei de Boyle-Charles é uma consequência lógica dos princípios da mecânica, quando se lhes agrega uma hipótese acerca da constituição molecular de um gás, uma suposição estatística concernente aos movimentos das moléculas e um postulado que vincula a noção (experimental) de temperatura com a energia cinética média das moléculas. (NAGEL, 1974, p. 317)

2. Duas tentativas de refutação da condição de consistência e crítica do acumulacionismo

Feyerabend utiliza-se de dois contraexemplos históricos para demonstrar a violação da condição de consistência e da invariância de sentido: o problema da explicação da queda livre da física de Galileu em termos da gravitação newtoniana, e o problema da redução da teoria aristotélica do movimento à mecânica de Newton devido à intradutibilidade entre o *impetus* aristotélico e a 1ª lei de Newton.

Como vimos, a redução da teoria galileana da queda livre, em termos da gravitação de Newton, é um caso que Ernest Nagel classificara como uma redução homogênea. No entanto, a simples tentativa de deduzir o cálculo da queda livre de Galileu da equação da força gravitacional newtoniana se mostra, pelo menos no entender de Feyerabend, ineficaz. Enquanto Galileu afirmava uma aceleração constante ao longo da queda livre, a lei da gravitação de Newton prevê uma aceleração variável (inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os corpos atraídos). Entendendo que um corpo de massa m esteja caindo da altura H em relação à superfície

terrestre, e que a terra tenha um raio **r** e uma massa **M**, Newton propõe que a força gravitacional **F** seja

$$\mathbf{F} = \mathbf{G.M.m}/(\mathbf{r+H})^2 \text{ (onde G é constante)}$$

Embora a altura **H** do objeto em queda vertical seja muito pequena em relação ao raio terrestre **r**, **r+H** tem um valor finito e, pelo menos enquanto o objeto está em queda, maior que **r**. A conclusão que o filósofo da ciência tira é que, no intervalo de tempo em que um corpo percorre a distância **H** sob a ação da gravidade, a aceleração aumenta à medida que se aproxima da superfície da terra. Se, por causa da baixa diferença quantitativa entre os cálculos baseados na teoria de Galileu e os baseados em Newton, alguém afirma que a redução é aproximativa, ficamos impedidos de reconhecer que a equação de Galileu é dedutível da equação de Newton. Essa impossibilidade, conforme o anarquista, coloca-nos duas opções:

Nós podemos declarar ou que a ciência galileana não pode nem ser reduzida nem explicada em termos da física de Newton, ou devemos admitir que a redução e a explicação são possíveis, mas negamos que a dedutibilidade, ou mesmo a consistência (na base de condições limites cambiáveis) é uma condição necessária de ambas. (FEYERABEND, 1981b, p. 58)

É preciso evitar a suposição apressada de que o filósofo tenha refutado o princípio da redução e da explicação por esse exemplo. Feyerabend, no máximo mostrou que a redução da queda livre à gravitação é um caso de redução heteogênea, tal como o exemplo da lei de Boyle-Charles para a mecânica estatística. O vienense parece não ter percebido que o próprio Newton assumia a possibilidade de considerar a aceleração gravitacional constante na proximidade da superfície terrestre. Segundo Newton, a força **F** pode ser calculada como o produto da massa **m** e da aceleração (no caso a gravitacional) **g**. Disso decorre que

- 1) $m.g = G.M.m/(r+H)^2$
- 2) $g = G.M/(r+H)^2$

Na medida que H tende progressivamente para zero, o valor de g é obtido por cálculo infinitesimal (desenvolvido pelo próprio Newton e aplicável a situações semelhantes a essa, onde é de suma importância a noção de limite). Segundo Newton,

3) se $r \gg H$ então g deve ser considerada constante.

Desse modo, o modelo hempeliano se aplica corretamente: dada a lei da gravitação universal e a condição de H ser muito menor do que o raio terrestre (*explanans*), pode-se esperar uma gravidade constante (*explanandum*). A teoria de Galileu é explicada, assim, pela teoria de Newton.

Não pretendemos aqui dizer que uma medida aproximada seja o mesmo que uma dedução *ipso facto*. Mas se a intenção de Nagel fosse oferecer uma teoria reduzida por consequência lógica de outra sem a mínima margem para aproximações, também deveríamos recusar uma tradução da temperatura por uma média do movimento de partículas e não faria sentido seu uso como um exemplo de redução heterogênea pelo próprio autor.

O segundo contraexemplo é obtido pela troca da abordagem aristotélica do movimento de projéteis pela lei da inércia newtoniana. A teoria de Aristóteles explicava a tendência dos corpos ao repouso e a existência do movimento devido à ação de um motor. Isso era problemático nos casos de lançamentos e projéteis, em que os corpos continuam sua trajetória sem nenhum motor atuando. Aristóteles presumia que o ar recortado pelo objeto se movia para trás do corpo, impulsionando-o para frente. Essa solução era tão insatisfatória que os medievais preferiam elaborar uma explicação alternativa, *ad hoc*, com a introdução de um novo termo teórico: o *impetus*. O *impetus* nada mais seria do que uma potência transmitida pelo motor ao corpo, de modo que esse corpo continuaria na mesma trajetória, sofrendo a resistência do ar até que o valor dessa potência gradualmente chegasse a zero e o corpo atingisse seu lugar natural. No caso hipotético de nenhuma atuação de atrito, o *impetus* permaneceria constante e o movimento se perpetuaria *ad infinitum*. Note-se que a introdução do *impetus* foi uma manobra *ad hoc* para salvaguardar o corpo da doutrina aristotélica sobre o movimento, preservando seus conceitos básicos.

A mecânica newtoniana claramente se difere dessa noção: de acordo com a 1ª lei de Newton, um corpo sobre o qual não atua nenhuma força permanece no estado inicial de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. Não é preciso, pois, força alguma para

que um corpo em estado inicial de movimento permaneça se movendo. Basta que a conjunção de forças que atua sobre ele se anule. A única necessidade de existência de uma força atuante é para imprimir uma aceleração ou desaceleração a esse movimento. A noção de inércia newtoniana é a negação da existência de alguma força tal qual o *impetus*. Uma tentativa de reduzir a física aristotélica dos movimentos repentinos para a mecânica clássica precisaria abrir mão do *impetus* (violando a condição de consistência) ou igualá-lo por regras de correspondência a algum termo da física newtoniana. O candidato a essa identificação seria o *momentum*, cujo resultado quantitativo se equivaleria ao *impetus* medieval. Essa opção, adverte Feyerabend, seria um erro, pois, “enquanto o *impetus* é algo que empurra o corpo adiante, o *momentum* é o resultado e não a causa do movimento” (FEYERABEND, 1981b, p. 65). Ainda que fosse possível, seguindo a sugestão de Nagel, tomar a hipótese de que *impetus*=*momentum*, isso implicaria a existência do *impetus* sempre que houvesse o *momentum*, e que seus valores se equivaleriam. Mas essa existência é incompatível com a lei da inércia, razão pela qual é impossível essa redução. As teorias de Aristóteles e de Newton constituem casos que o filósofo da ciência nomeou incomensuráveis³.

Também nesse segundo exemplo é o caso de perguntarmos se Nagel supunha que *todas* as teorias abrangentes visam à redução das teorias mais restritas. Será que Newton esperava reduzir a física aristotélica em sua ciência? Se a expectativa de Nagel é a redução de *todas* as teorias, então o exemplo do *impetus* ao menos enfraquece a teoria nageliana. Seríamos obrigados a concordar que nem todas as reduções são dedutivas e a condição de consistência não é respeitada na mudança da física aristotélica para a física newtoniana. Ainda assim, cabe interrogar se Nagel espera de fato que os termos conservem seus significados. O artigo *Feyerabend on explanation and reduction* (1967) de Jose Alberto Coffa sustenta essa visão, procurando demonstrar que a redução não implica estabilidade no significado dos termos. Assim, Feyerabend teria atribuído a Nagel uma violação de uma condição que próprio Nagel não supunha em seu modelo: a estabilidade do significado dos termos observacionais. No caso da redução da termodinâmica à teoria cinética, Nagel não parece negar que o termo ‘temperatura’ ganhara novo significado com a mudança de teorias e as regras de correspondência. Se o termo mudou de significado (ou teve um significativo acréscimo), então a redução não

³ O termo incomensurabilidade foi utilizado em 1962 tanto por Feyerabend quanto por Kuhn. O sentido do conceito, no entanto, é ligeiramente diferente nos dois pensadores. Para maiores detalhes, ver o artigo “Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade” em KUHN, 2006.

implica a tese da estabilidade no sentido forte, como Feyerabend esperava, e o argumento do anarquista falha o alvo. De qualquer forma, o artigo do filósofo vienense leva críticos como Siemens (1970) a declarar que nem todas as reduções teóricas são reduções nagelianas, reconhecendo o modelo nageliano de redução como um projeto incompleto de transição teórica.

Considerações finais

Procuramos expor brevemente as críticas feyerabendianas ao modelo de redução e explicação positivista de Nagel e de Hempel/Oppenheim. Discutimos a força dos exemplos levantados por Feyerabend contra tais modelos, concluindo que o filósofo contribuiu para o enfraquecimento e a discussão da pertinência da tese da estabilidade e da condição de consistência, Mesmo com essas ressalvas aos contraexemplos de Feyerabend, a sua discussão da condição de consistência levanta um problema muito mais sério para o positivismo lógico do que o da tese da estabilidade: trata-se da possibilidade de duas teorias estarem empiricamente bem suportadas (adequação aos dados da experiência), mas cujas asserções teóricas sejam mutuamente incomensuráveis. A defesa desse ponto de vista parte da sugestão de que os cientistas não optam por determinada teoria somente por sua adequação empírica; há a dependência da tradição a que pertence o investigador, suas preferências pessoais, preconceitos estéticos, aparato matemático de que dispõem, crenças metafísicas etc.⁴

Na visão do filósofo, o enfraquecimento da tese da explicação e da redução pela impossibilidade de dedutibilidade é o detalhe menos importante desta discussão. Os exemplos aludidos só revelam que essas teorias ortodoxas do positivismo não se adequam à prática científica real. Para ele é muito mais sintomático que os defensores

⁴ “Entretanto, essa liberdade [de construção de teorias] cuja experiência garante que o teórico está quase sempre restrito por condições de um caráter todo diferente. Essas condições adicionais não são nem universalmente válidas, nem objetivas. Elas estão conectadas parcialmente com a tradição na qual o cientista trabalha, com as crenças e preconceitos característicos daquela tradição; e estão conectados parcialmente com suas próprias idiossincrasias pessoais. O aparato formal disponível, e a estrutura da linguagem que ele fala, também irão influenciar fortemente a atividade do cientista. (...). Outro fator que influencia fortemente a teorização são as crenças metafísicas. O Neoplatonismo de Copérnico foi pelo menos um fator contribuinte em sua aceitação do sistema de Aristarco. Também a questão entre os seguidores de Niels Bohr e os realistas, ainda indecisos sobre a base da experimentação, é de caráter principalmente metafísico. Que a escolha de teorias pode ser influenciada até por motivos estéticos podemos ver na relutância de Galileu em aceitar as elipses de Kepler.” (FEYERABEND, 1981b, pp. 59-60)

do empirismo considerem a condição de consistência como uma virtude epistêmica. Ao contrário, a consistência de teorias durante um longo período de tempo é

um sinal alarmante de que novas ideias não estão sendo produzidas e que a atividade teórica chegou ao fim. Só a doutrina de que teorias são unicamente determinadas pelos fatos pode persuadir as pessoas de que a falta de ideias é louvável e que suas consequências são uma qualidade essencial do desenvolvimento de nosso conhecimento. (FEYERABEND, 1981b, p. 60)

Se é verdade, como Feyerabend pensa, que existam teorias confirmadas por dados empíricos, mas mutuamente inconsistentes, então uma redução realizada entre tais teorias traria para o empirismo a indesejável consequência de diminuir os fatos observáveis.⁵ Seria algo extremamente irracional eliminar uma teoria factualmente confirmada pelo único motivo de sua inadequação a outra teoria. Neste caso, o critério deixa de ser o suporte empírico factual, mas a conservação da teoria mais antiga, ainda não refutada, e cujos dados também são explicados pela teoria mais nova. Uma nova teoria seria eliminada não por serem apresentados fatos refutadores (na verdade ela teria sido confirmada pela experiência), mas por ter sido inventada posteriormente. Como muito bem observa o filósofo vienense, um procedimento como esse se assemelha a formas de raciocínio *a priori*, de modo que “uma relação muito próxima emerge entre algumas versões do empirismo moderno e as ‘filosofias de escola’ que ele ataca” (FEYERABEND, 1981b, p.71).

Referências

- AGUIAR, T. R. X. As simetrias do modelo heppeliano de explicação. In: *Kriterion*, Belo Horizonte, v. 46, n. 111, Junho 2005.
- COFFA, J. A. Feyerabend on explanation and reduction. In: *The journal of philosophy*. Vol. 64, No.16 (24 de agosto de 1967) p. 500-508.

⁵ Um exemplo eloquente dessa situação é constantemente lembrado por Feyerabend: o caso do movimento browniano. Segundo o filósofo, a 2ª lei da termodinâmica (Carnot) só mostrou-se refutada a partir da criação da teoria cinética dos gases. A última gozava de menos prestígio por depender da introdução de entidades inobserváveis (átomos). Um estudo de Einstein explicava o movimento browniano (impossível para a 2ª lei) e ainda confirmava os valores dos números de Avogadro por um caminho diferente do original. Uma atenção exagerada à consistência levaria a teoria cinética ao esquecimento, muito embora estivesse empiricamente suportada. A refutação da lei de Carnot não se deu diretamente, mas dependeu da introdução de uma nova teoria com a qual rivalizava. Para mais detalhes, ver EINSTEIN, 1956 e SALINAS, 2005. O argumento de Feyerabend pode ser encontrado em FEYERABEND, 2007.

EINSTEIN, A. *Investigations on the Theory of the Brownian Movement*. Dover Publications, New York, 1956

FEYERABEND, P. K. An attempt at a realistic interpretation of experience. In: FEYERABEND, Paul K. *Realism, rationalism and scientific method*. (Philosophical papers;1) Cambridge: Cambridge University Press, 1981a. p. 17-36

_____. *Contra o método*. Trad. Cezar Augusto Mortari. São Paulo: Ed. UNESP, 2007.

_____. Explanation, reduction and empiricism. In: FEYERABEND, Paul K. *Realism, rationalism and scientific method*. (Philosophical papers;1) Cambridge: Cambridge University Press, 1981b, p. 44-96.

HEMPEL, C. G. *Filosofia da ciência natural*. Trad. Plínio Sussekind Rocha. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.

_____; OPPENHEIM, P. Studies in the logic of explanation. In: *Philosophy of Science*, v. 15, n. 2, p. 135-175, 1948.

KUHN, T S.; CONANT, J; HAUGELAND, J. *O caminho desde A estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica*. Trad. C. Mortari. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

NAGEL, E. *La estructura de la ciencia: problemas de la logica de la investigacion científica*. Buenos Aires: Paidos, 1974.

PRESTON, J. *Feyerabend: philosophy, science and society*. Cambridge: Polity Press, 1997.

SALINAS, S. R. A. Einstein e a teoria do movimento browniano. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 2, p. 263–269, 2005.

SIEMENS, W D. A Logical Empiricist Theory of Scientific Change? In: *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1970, pp. 524-535, 1970.

SILVA, P. *A filosofia da ciência de Paul Feyerabend*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998. (Pensamento e filosofia ;14)