

Resenha do livro
Teoria das cordas e o método científico
de Richard Dawid (2013)

(atualmente na Universidade de Estocolmo)

Resenha do livro *String theory and the scientific method*, 2ª ed., Cambridge University Press, New York, 202 pgs. Escrita por Osvaldo Pessoa Jr., “Are untestable scientific theories acceptable?”, *Science & Education*, 25(3), 2016, pp. 443-8.

Traduzido para o curso de Filosofia da Física (FLF0472), 2º semestre de 2021.



Richard Dawid

Teorias científicas não testáveis são aceitáveis?

1. Introdução

Uma estratégia para se discutir filosofia da ciência na sala de aula é estudar alguma controvérsia científica interessante, dado que esta é uma ocasião em que os cientistas usam argumentos filosóficos contra seus rivais e na qual incluem-se fatores não epistêmicos, como emoções, traços de personalidade, pressões institucionais, influência política, rivalidade nacional ou mesmo fraude (ver ENGELHARDT & CAPLAN, 1987).

A chamada “guerra das cordas” é um estudo de caso especialmente interessante, já que está transcorrendo agora, envolve as teorias mais fundamentais e abrangentes da física e cosmologia, e pode ser apresentada de uma forma conceitual (não quantitativa) e simplificada para nossos alunos. Em 2006, dois livros dispararam a polêmica, escritos por Lee SMOLIN e Peter WOIT, criticando a teoria das cordas e os teóricos das cordas, sendo seguidos por várias respostas (ver, por exemplo, a resenha de 2007 de ambos os livros, escrita por Joe POLCHINSKI).

O principal ponto filosófico levantado por Smolin e Woit é que a teoria das cordas não foi capaz de propor previsões empíricas que pudessem ser testadas experimentalmente. Ainda mais forte é a acusação de que a teoria não é “falseável”, já que os parâmetros da teoria poderiam ser ajustados para se adequar a quaisquer dados novos. Se isso for verdade, então a teoria das cordas não poderia ser considerada científica, seguindo o critério de demarcação que o filósofo da ciência Karl Popper propôs para distinguir afirmações científicas, que devem ser claras sobre quais dados possíveis estariam em desacordo com as previsões da teoria, e afirmações metafísicas ou pseudocientíficas, que geralmente fornecem explicações para *qualquer* possível estado de coisas observável.

O físico e filósofo da ciência austríaco Richard Dawid responde a esse desafio de forma surpreendente, argumentando que o problema não está na teoria das cordas, mas nas teorias filosóficas e metodológicas desenvolvidas para explicar a ciência. A ciência mudou, e assim também a filosofia da ciência deveria mudar: em vez do que Dawid chama de “paradigma clássico de avaliação de teorias” (*classical paradigm of theory assessment*), dever-se-ia reconhecer que a física mais teórica deve ser avaliada de acordo com critérios não empíricos, ou seja, em um contexto onde os experimentos ficam defasados em relação à construção da teoria, e a confirmação experimental desempenha um papel muito remoto. Isso, é claro, acontece por causa das limitações práticas em realizar experimentos envolvendo energias superiores às necessárias para a recente detecção experimental da partícula de Higgs, prevista pelo chamado “modelo padrão” da física de partículas elementares. Esta pode ter sido a última grande previsão bem-sucedida da física de partículas nas próximas décadas. Em vista

disso, a filosofia da ciência deveria ser reformulada para explicar por que uma parte tão grande da comunidade de físicos de partículas continua tão entusiasmada com a teoria das cordas, mesmo na falta de confirmação empírica. A metodologia de Dawid de “avaliação não empírica de teorias” (*non-empirical theory assessment*) é uma proposta muito relevante para tal reformulação da filosofia da ciência. Ela dá um passo a mais na tendência da filosofia da ciência do século XX de salientar a independência do lado teórico da ciência, em oposição à visão positivista, que concebia as teorias apenas como um meio econômico de organizar o conhecimento empírico. A filosofia da ciência de Popper foi inspirada pela abordagem altamente abstrata e bem-sucedida da teoria da relatividade geral de Einstein. A ênfase no lado teórico da ciência é clara na maioria dos filósofos da ciência nos últimos cinquenta anos, refletindo a crescente matematização da ciência natural e a crescente sofisticação da construção de modelos auxiliada pela computação.

2. Teoria das Cordas

O livro é de leitura um tanto difícil, sendo dirigido especialmente para os filósofos da ciência. Ele é denso e bem argumentado, e eu o classificaria junto com os grandes clássicos da filosofia da ciência. Depois que suas ideias tenham sido digeridas e criticadas, esperamos que apareça uma versão mais leve do livro, que seria mais útil para o ensino e a divulgação da ciência.

Para ler o livro, pode-se começar com o capítulo um, que resume a teoria das cordas e as principais ideias da avaliação não empírica de teorias, e depois pular para o capítulo 4, que apresenta uma bela história da física teórica de altas energias a partir da década de 1960. Neste resumo de vinte páginas, as ideias associadas à avaliação não empírica de teorias são ilustradas com descrições de importantes propostas teóricas da física, como teorias de grande unificação (*grand unified theories*), supersimetria, supergravidade, inflação cósmica e gravidade quântica em laço (*loop*). Esta última é a proposta de Smolin para uma teoria que rivalize a teoria das cordas, mas Dawid minimiza a importância da gravidade quântica em laço, argumentando que ela tem um escopo muito mais limitado do que a teoria das cordas, já que ela não abrange o modelo padrão da física de partículas, como é feito pela teoria das cordas, mas apenas a gravidade quântica.

A teoria das cordas é um campo altamente matemático e especulativo da física teórica, e sua ideia central é a postulação de entidades fundamentais estendidas (cordas de comprimento finito ou membranas de duas ou mais dimensões). Como as entidades fundamentais não são partículas pontuais, desaparecem os problemas de divergência na teoria quântica de campos (quando duas partículas são aproximadas arbitrariamente uma da outra). Para garantir que a quantização da corda esteja livre de anomalias, o movimento das cordas deve ser descrito em nove dimensões espaciais mais uma dimensão temporal. A teoria oferece um procedimento para unificar o modelo padrão da física de partículas (que engloba as forças elétrica, nuclear fraca e forte) com a gravidade. Ideias matemáticas ricas, como a dualidade-T e a supersimetria, geraram uma teoria que é considerada, por muitos de seus proponentes, como “boa demais para ser falsa”.

No entanto, a teoria das cordas tem sido incapaz de fazer novas previsões que possam ser testadas experimentalmente e, portanto, conclui-se que carece de confirmação empírica. Dawid aceita essa conclusão, mas argumenta que essa situação de falta de confirmação empírica está se tornando a norma naquelas áreas da física em que os resultados empíricos ficam defasados em relação à postulação de modelos teóricos.

3. A Metateoria

A metodologia de avaliação não empírica de teorias é baseada em três princípios. Primeiro, há a investigação de se existem alternativas para a teoria que está sendo avaliada. Se não houver nenhuma, então pode-se dar o argumento da falta de alternativas (*no-alternative argument*, NAA) em favor da teoria que está sendo avaliada. Em segundo lugar, a teoria que está sendo avaliada pode não fornecer novas previsões que possam ser testadas, mas se for consistente com outras teorias aceitas, especialmente se isso ocorrer inesperadamente, então esta situação pode ser considerada uma grande vantagem. Este é o argumento da coerência explicativa inesperada (*unexpected explanatory coherence*, UEA). Terceiro, suponha agora que essas outras teorias, com as quais nossa teoria avaliada é consistente, sejam bem confirmadas. Isso certamente também deve contar a favor de nossa teoria. Este é o argumento meta-indutivo a partir do sucesso de outras teorias no programa de pesquisa (*meta-inductive argument*, MIA).

Com esses três princípios, Dawid faz uma avaliação altamente positiva da teoria das cordas, considerando-a “a única abordagem promissora para uma unificação completa de todas as interações” (p. 92). O primeiro argumento é que não há alternativas viáveis no projeto de unificação do modelo padrão da física de partículas com a gravidade quântica. A gravidade quântica em laço está na tradição da gravidade quântica canônica, e ela desafiou a teoria das cordas no domínio da gravidade quântica, mas até agora ela não ofereceu uma unificação com o modelo padrão da física de partículas. Nesse sentido, o NAA pode ser usado em favor da teoria das cordas, já que não há uma teoria alternativa que cubra toda a gama de suas aplicações pretendidas.

O segundo ponto dessa avaliação positiva envolve exemplos de coerência explicativa inesperada (UEA). A teoria das cordas, como originalmente proposta, postulou objetos elementares estendidos para evitar os problemas de infinitos associados à tentativa de renormalizar as teorias quânticas de campos que incluem a gravidade. “Notavelmente”, comenta Dawid, a teoria das cordas “de fato implica a existência da gravidade” (p. 33), pois o campo gravitacional emerge como um modo de oscilação da corda. Outra explicação inesperada mencionada pelo autor envolve as constantes de acoplamento associadas às três interações de calibre, eletromagnética, fraca e forte, que assumem aproximadamente o mesmo valor em uma energia muito alta (chamada de escala da teoria de grande unificação). Essa situação foi derivada inesperadamente de uma abordagem dentro da teoria das cordas chamada supersimetria de baixa energia. Outro sucesso teórico da teoria das cordas foi a derivação da entropia do buraco negro.

O terceiro ponto a ser mencionado é o sucesso empírico do modelo padrão de partículas elementares, cujo resultado mais marcante foi a detecção do bóson de Higgs em 2012. Como o modelo padrão faz parte do programa de pesquisa da teoria das cordas, sua confirmação empírica dá apoio indireto à teoria das cordas, através do argumento meta-indutivo (MIA).

Por trás desses critérios de avaliação não empírica de teorias está a questão da “subdeterminação científica”: até que ponto os dados empíricos podem ser explicados por diferentes teorias, ou até que ponto existe uma melhor explicação para os dados? A avaliação não empírica de teorias é a análise de até que ponto a subdeterminação científica pode ser limitada ou restrita. Se há razões para limitar tal subdeterminação, então há razões para preferir uma certa teoria, e o cientista tem razões práticas para escolher trabalhar em um determinado problema dentro de um programa de pesquisa científica, em vez de trabalhar em um programa rival ou em outro campo.

Nessa linha, Dawid dá uma explicação esclarecedora de seus pontos de vista, exprimindo-os em termos de “inferência para a melhor explicação” (pp. 64-68). Na visão tradicional de avaliação de teorias, que enfatiza a confirmação ou falseamento de hipóteses

por testes empíricos, pode-se ter diferentes teorias que explicam um conjunto de dados (subdeterminação) e portanto, neste caso, tenta-se estabelecer qual é a “melhor” explicação, de acordo com a determinados critérios. No caso da avaliação não empírica de teorias, tal procedimento não é eficaz, pois a relação entre teoria e dados é muito indireta. No entanto, segundo Dawid, pode-se trabalhar com um conjunto de observações sociológicas que indicam uma restrição do escopo da subdeterminação científica, tais como: (a) não terem sido encontradas alternativas (NAA); (b) terem surgido várias interconexões explicativas de maneira inesperada (UEA); (c) em situações semelhantes no passado, dentro do campo, a teoria científica ter se mostrado preditivamente bem-sucedida (uma alusão ao sucesso do modelo padrão, que acaba dando apoio indireto à teoria das cordas, via MIA). Portanto, a melhor explicação para essas observações na sociologia da ciência seria que a subdeterminação científica é limitada, e que nossa teoria (no caso em questão, a teoria das cordas) foi avaliada com sucesso dentro da metodologia de avaliação não empírica de teorias. Essas observações sociológicas são o que Dawid quer dizer com evidência colocada “em um meta-nível” (p. 123).

4. Avaliando a Metateoria

Como devemos avaliar os méritos da metateoria da ciência de Dawid? Pode-se tentar aplicar os três critérios de avaliação não empírica de teorias à própria metateoria. Em primeiro lugar, pode-se considerar se existem alternativas plausíveis à proposta metodológica de Dawid para campos científicos altamente teóricos. A que primeiro vem à mente é a metodologia de programas de pesquisa científica de Imre Lakatos, que permite que um programa científico possa ser temporariamente progressivo mesmo na falta de confirmação empírica de suas novas previsões. Esta situação em que nenhuma previsão é confirmada é tolerável desde que o programa de pesquisa seja teoricamente progressivo, gerando e resolvendo problemas teóricos e propondo novas previsões. JOHANSSON & MATSUBARA (2011) aplicaram a metodologia lakatosiana à teoria das cordas e concluíram que a teoria deve ser considerada “degenerativa” (não progressiva), após mais de três décadas sem nenhuma nova previsão empírica. Mas Lakatos também recomendou tratar os programas nascentes “de forma leniente”, e como não há um programa de pesquisa alternativo à teoria das cordas que seja progressivo, então a adesão ao programa de cordas pode ser considerada racional. Portanto, a NAA não parece dar suporte claro à metateoria de Dawid.

É verdade que sua metateoria é muito mais detalhada em sua descrição da avaliação não empírica de teorias, mas talvez as ideias que ele estabeleceu possam ser incorporadas aos refinamentos necessários no cinturão protetor do (meta)programa de pesquisa lakatosiano. De qualquer forma, Dawid salienta corretamente que o método científico surge da prática científica e que, portanto, deve-se esperar que a metodologia científica evolua (p. 29) (o que nos lembra o modelo reticulado de racionalidade científica de Larry LAUDAN, 1984).

A teoria das cordas é apenas um único estudo de caso: como a avaliação não empírica se sairia em outros episódios da história da ciência? Dawid apresenta alguns outros estudos de caso interessantes, como a situação relacionada ao atomismo no final do século XIX, o caso do modelo padrão antes da confirmação empírica do quark top e da partícula de Higgs, e ainda um exemplo retirado da paleontologia. Ele também explora em detalhes a afirmação de que a teoria das cordas seria uma “teoria final”, e o estatuto do princípio antrópico em cosmologia. Ele não abandona a ideia de que o teste empírico é de “importância crucial para a investigação científica” (p. 98), mas reconhece na física moderna o que ele descreve como uma crescente “marginalização dos fenômenos”. Essas aplicações bem-sucedidas de seu método a outros episódios da história da ciência podem ser consideradas como um cumprimento da coerência explicativa (UEA).

Pode-se também investigar como o método de avaliação não empírica de teorias de Dawid se encaixa com outras abordagens bem-sucedidas na filosofia da ciência (MIA). O autor estabelece explicitamente tais conexões em relação à inferência à melhor explicação (como vimos), à análise bayesiana e, no último capítulo do livro, à discussão do realismo científico.

5. Realismo Estrutural

A posição de Dawid em relação ao debate entre realistas e empiristas também é original e interessante. Como está implícito na expressão “avaliação não empírica de teorias” e na defesa da verdade da teoria das cordas, com todas as suas entidades e simetrias não observadas, a visão do autor é basicamente realista. No entanto, ele critica o “argumento do não milagre” geralmente usado pelos realistas para explicar o sucesso da ciência: se não se reconhece que a ciência descreve fielmente a realidade, incluindo suas partes não observadas, dever-se-ia concluir que o sucesso da ciência é um milagre. Dawid considera que o sucesso da ciência deve ser explicado localmente, analisando em cada caso as limitações da subdeterminação científica.

Considerando o caso da teoria das cordas, a afirmação de que ela pode constituir o quadro geral para uma teoria final da física fundamental é próxima ao realismo. No entanto, a proposta feita pela teoria das cordas da existência de “dualidades” enfraquece a afirmação de que a teoria descreve a ontologia da realidade (ou seja, como a natureza realmente é), uma vez que uma determinada descrição da realidade se mostra empiricamente equivalente a outra. Por exemplo, de acordo com a dualidade-T:

[...] um modelo onde uma corda com comprimento característico l é enrolada n vezes em torno de uma dimensão [compactada] com raio R e tem o autovalor de momento m é dual em relação a um modelo em que a corda é enrolada m vezes em torno de uma dimensão com raio l^2/R e tem autovalor de momento n . As duas descrições dão física idêntica. (p. 132)

O realista ontológico poderia, é claro, escolher uma dessas descrições como a verdadeira, com base em algum critério arbitrário, mas o autor descarta isso como sendo contrário ao espírito da teoria das cordas. A conclusão de Dawid é que a teoria das cordas implica uma forma mais fraca de realismo, o “realismo estrutural consistente”, que confunde verdade e adequação empírica (onde esta última deve ser entendida de forma potencial, já que estamos no contexto da avaliação não empírica de teorias). Essa variedade de realismo rejeita a identificação significativa de objetos ontológicos reais, aceitando apenas a existência de estruturas reais não espaçotemporais.

Referências

- ENGELHARDT JR., H.T. & CAPLAN, A.L. (orgs.) (1987). *Scientific controversies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- JOHANSSON, L.-G. & MATSUBARA, K. (2011). String theory and general methodology: a mutual evaluation. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 42: 199-210.
- LAUDAN, L. (1984). *Science and values*. Berkeley: University of California Press.
- POLCHINSKI, J. (2007). All strung out? *American Scientist* 95(1), 1.
- SMOLIN, L. (2006). *The trouble with physics*. New York: Houghton Mifflin.
- WOIT, P. (2006). *Not even wrong*. New York: Basic Books.