

Repensando o Conceito de Verossimilhança na Avaliação de Teorias Científicas: Contribuições para o Ensino de Física

Rethinking the Concept of Verisimilitude for the Evaluation of Scientific Theories Contributions to Physics Teaching

Clair de Luma Capiberibe Nunes¹

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UFMS
ricardo.capiberibe@ufms.br

Wellington Pereira de Queirós

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UFMS
wellington.queiros@ufms.br

Resumo

Esse ensaio visa propor uma solução ao seguinte dilema: como o educador pode ensinar aos educandos que a ciência é confiável, ainda que ela não seja uma verdade, podendo seus resultados ser revisados ou até recusados a luz de novas evidências? Para responder essa pergunta recorreremos a uma forma modificada do conceito de verossimilhança, que foi introduzido por Popper como medida da diferença entre o conteúdo veritativo e o de falsidade de uma Teoria. Assim, esse conceito depende de uma compreensão do conceito de verdade, porém essa concepção é controversa e parece não se adequar ao desenvolvimento histórico da ciência. Em vista desses problemas, sugerimos adotar a abordagem epistemológica de Laudan, de que a ciência é uma atividade orientada a solução eficiente de problemas empíricos e conceituais. Dentro dessa perspectiva, propomos uma reformulação do conceito de verossimilhança, preservando a sua forma, mas substituindo os elementos veritativos, por medidas de problemas solucionados e anômalos. Também sugerimos que a verossimilhança possa também ser uma medida localizada, isso explica porque teorias “falsificadas” podem se mostrar preferíveis as teorias ainda não falsificadas, sobre condições especiais. Por fim, sugerimos como essa abordagem é útil para diversas dimensões da educação científica, em particular o ensino de física.

Palavras chave: Epistemologia; Avaliação de Teorias; Educação Científica.

Abstract

This essay aims to propose a solution to the following dilemma: how can the educator teach students that science is reliable, even if it is not true, and that its results can be revised or even rejected in the light of new evidence? To answer this question, we resorted to a modified form of the concept of verisimilitude, which was introduced by Popper as a measure of the difference

¹ Nome civil: Ricardo Capiberibe Nunes, a autora é travesti, seus pronomes são ela/dela. Usar o nome social.



between the true content and the false content of a Theory. Thus, this concept depends on an understanding of the concept of truth, but this conception is controversial and doesn't seem to fit the historical development of science. In view of these problems, we suggest adopting Laudan's epistemological approach, in which science is an activity oriented towards the efficient solution of empirical and conceptual problems. Within this perspective, we propose a reformulation of the verisimilitude concept, preserving its form, but replacing the veritative elements with measures of solved and anomalous problems. We also suggest that verisimilitude may also be a localized measure, this explains why "falsified" theories may prove to be preferable to not-yet-falsified theories under special conditions. Finally, we suggest how this approach is useful for different dimensions of science education, special for the physics teaching.

Key words: Epistemology; Evaluation of Theories; Scientific Education.

I. Introdução

A educação científica se vê desafiada e ameaçada pela insurreição de uma onda obscurantista, caracterizada pelo negacionismo científico e o ressurgimento de crenças míticas há muito rejeitadas. É preciso defender a ciência de seus detratores, mas sem ceder as tentações do cientificismo, que dogmatiza a razão e mistifica o fazer científico. Por outro lado, há uma preocupação legítima de que o fato de a nossa ciência não ser uma verdade (POPPER, 2008; CHALMERS, 2017; MARTINS, 2022), acabe sendo usado pelos preponentes de movimentos obscurantistas. Assim, a educação científica encontra-se em uma encruzilhada: como definir sua práxis não podendo ceder ao cientificismo e nem ao relativismo? Dito de outra forma, como o educador pode ensinar aos educandos que a ciência é confiável, ainda que ela não seja uma verdade, podendo seus resultados ser revisados ou até recusados a luz de novas evidências?

Nesse ensaio propomos uma solução a esse dilema: uma síntese entre o pragmatismo e as filosofias contemporâneas da ciência. Essa síntese parte de uma reformulação do conceito de verossimilhança, conforme introduzido por Popper (1975), para a avaliação cognitiva de teorias. Para isso fazemos uso do método crítico que consiste em uma apresentação, crítica e enriquecimento do conceito (FOUREZ, 1995). A nossa proposta consiste em seguir as orientações propostas por Laudan (2011) e não centrar nossas discussões sobre a avaliação cognitiva das teorias científicas no seu conteúdo de verdade ou falsidade, mas em sua capacidade de resolver problemas empíricos e conceituais. A rigor, essa abordagem exigiria uma demissão do conceito de verossimilhança, porém, propomos preservar sua estrutura e adequar os seus elementos a uma epistemologia de solução de problemas.

Desta forma, o percurso metodológico deste trabalho pode ser sintetizado como segue: a seção II, apresentamos o contexto em que o conceito de verossimilhança foi introduzido por Popper e quais as dificuldades que esse conceito enfrenta. Na seção III, começamos a delinear a nossa abordagem para superar os problemas elencados na Seção II e recuperar o conceito de verossimilhança. Para isso, apresentamos o que entendemos por abordagem científica, recorrendo as ideias de Fourez (1995) e Fleck (1986) e por teorias e as formas de avalia-las a partir da epistemologia de Laudan (2011) em diálogo com as reflexões de Habermas (2014) sobre o conhecimento e o interesse. Na seção IV, iniciamos o processo de enriquecimento do conceito de verossimilhança, a partir de um diálogo entre a epistemologia de Laudan (2011), as concepções habermasianas (HABERMAS, 2014) e as reflexões de Hacking (2012), sobre o papel da experimentação e da intervenção em ciências, e de Bondi (1997), sobre o emprego de teorias e modelos que já foram rejeitados. Na seção V, apresentamos nossa contribuição ao

conceito de verossimilhança. Distinguímos dois tipos de verossimilhanças, uma local e uma global, e por isso a escolha de teorias ou modelos já “falsificados” sobre circunstâncias especiais é justificada, portanto uma manifestação de racionalidade. Por fim, na seção VI, apresentamos nossas conclusões e algumas implicações para o ensino de física.

II. Problemas com o Conceito de Verdade

O conceito de verdade foi amplamente debatido pelos epistemólogos da primeira metade do século XX. Os Empiristas Lógicos, como Schlick, Ayer, Neurath e Carnap, procuraram formas de estabelecer a veracidade, ou pelo menos a probabilidade da veracidade, dos enunciados científicos (DUTRA, 2010, 2017; CHALMERS, 2017). Apesar dos esforços empregados, o programa dos Empiristas Lógicos degenerou (DUTRA, 2017). Uma alternativa foi vislumbrada por Popper (2008). Ao invés de buscarmos demonstrar a veracidade dos enunciados científicos, deveríamos tentar mostrar a sua falsidade. Essa abordagem ficou conhecida como falsificacionismo. Isso significa assumir que a nossa ciência não é uma verdade e por isso, sempre provisória e sujeita a revisão.

A ciência não é um sistema de enunciados certos ou bem estabelecidos, nem é um sistema que avance continuamente em direção a um estado de finalidade. Nossa ciência não é conhecimento (episteme): ela jamais pode proclamar haver atingido a verdade ou um substituto da verdade, como a probabilidade. (POPPER, 2008, p. 305).

Porém, ainda que Popper negue que a ciência seja uma verdade, ou, que as teorias possam ser provadas verdadeiras, ele não demite o conceito de verdade. Para Popper, a verdade deve ser a principal motivação da pesquisa científica (POPPER, 1975, p. 53):

Nossa principal preocupação em filosofia e em ciência deve ser a procura da verdade. A justificação não é um alvo; e o brilhantismo e a habilidade, como tais, são tediosas. Devemos procurar ver ou descobrir os problemas mais urgentes e devemos tentar resolvê-los propondo teorias verdadeiras (ou asserções verdadeiras, ou proposições verdadeiras; não é preciso, aqui, distinguir entre elas); ou, de qualquer modo, propondo teorias que cheguem um pouco mais perto da verdade do que as de nossos predecessores.

Popper também introduz o conceito de Verossimilhança, definido como a diferença entre o conteúdo veritativo (veracidade) e o conteúdo de falsidade de um enunciado universal.

(...) se P for um enunciado verdadeiro, suas consequências também serão verdadeiras, uma vez que a verdade transporta, logicamente de um enunciado para suas consequências. Entretanto, como é fácil ver, se P for falso, haverá consequências verdadeiras e falsas de P. Assim, ilustrando de maneira simples o fato, admita-se que P seja ‘chove aos sábados’ (em um local determinado). Então P tem consequências falsas, como ‘choveu no dia 17 de agosto de 1968’, e verdadeiras como ‘choveu no dia 24 de agosto de 1968’ (em S. Paulo). (HEGENBERG, 1973, p. 120)

Assim uma teoria, ainda que falsa, poderá ser útil se manifestar um alto grau de verossimilhança. E também poderemos comparar duas teorias. Por exemplo, segundo Popper (1975, 2008) a teoria da relatividade apresenta um grau maior de verossimilhança que a mecânica newtoniana, porque a relatividade não apenas explica e prevê todos os fenômenos



compreendidos pela mecânica newtoniana, como prevê novos fenômenos, como efeito Doppler Gravitacional, e explica fenômenos anômalos à teoria newtoniana, como a precessão da órbita de Mercúrio. Para Popper (1975, 2008) o progresso se dá pela construção de teorias com uma verossimilhança cada vez maior. É nesse sentido que ele compreende a sua abordagem como “evolutiva” (POPPER, 1975).

Do ponto de vista lógico, o principal problema da epistemologia evolutiva de Popper é a questão da verdade. Só podemos falar em conteúdo veritativo e de falsidade se pudermos avaliar se um dado enunciado particular é verdadeiro ou falso. Uma vez que só podemos comparar enunciados com enunciados, é necessária uma base empírica, isto é, um conjunto de enunciados básicos e verdadeiros, chamados de protocolares, que possamos usar para avaliar outros enunciados singulares. Desta forma, o problema epistemológico é: como validar a Base Empírica? A resposta a essa questão ficou conhecido como Trilema de Fries (POPPER, 2008), pois a, a princípio, só há três alternativas: (i) aceitamos a validade da Base Empírica dogmaticamente; (ii) tentamos validá-la por meio de uma recursão infinita; (iii) recorremos a autoridade de nossos sentidos (fenomenalismo ou psicologismo). Popper (2008, p. 113) rejeitou essas três possibilidades e asseverou que “Os enunciados básicos são aceitos como resultado de uma decisão ou concordância; nessa medida, são convenções. As decisões são tomadas de acordo com um processo disciplinado por normas.” Assim, a validação da Base Empírica é uma questão convencional, negociada pela comunidade científica. Nas palavras de Popper (2008, p. 119):

A base empírica da ciência objetiva nada tem, portanto de “absoluto” A ciência repousa em pedra firme. A estrutura de suas teorias levanta-se, por assim dizer, num pântano. Semelha-se a um edifício construído sobre pilares. Os pilares são enterrados no pântano, mas não em qualquer base natural ou dada. Se deixamos de enterrar mais profundamente esses pilares, não o fazemos por termos alcançado terreno firme. Simplesmente nos detemos quando achamos que os pilares estão suficientemente assentados para sustentar a estrutura — pelo menos por algum tempo.

Essa abordagem introduz um elemento de relatividade ontológica (mas não um relativismo) (DUTRA, 2010), e por isso, como argumenta Chalmers (2017), testifica contra o falsificacionismo popperiano e a concepção de uma ciência sem sujeito. De fato, mesmo Popper sendo adepto da teoria da verdade por correspondência, esse convencionalismo da Base Empírica, é muito mais consistente com a Teoria da Verdade por Coerência e o Pragmatismo.

O fato é que o conceito de verdade é ainda uma questão ainda em aberto na epistemologia contemporânea (MOSER, MULDER, TROUT, 2008). Diante dessa situação, restam-nos poucas alternativas: (i) abstermos de discutir questões que dependem da verdade, para resolver o problema da verdade; (ii) continuamos o debate, na esperança de uma solução, mas enquanto isso desenvolvemos outros estudos, especificando qual teoria da verdade somos partidários e quais os seus limites; (iii) adotamos uma posição radical de demissão da verdade (ceticismo); (iv) adotamos uma posição radical de assumir que não há uma verdade, mas várias verdades (relativismo); (v) procuramos uma abordagem que evite o problema da verdade.

A primeira opção nos parece inviável por duas razões: se todo o empreendimento científico esperasse pelas resoluções dos problemas epistemológicos, não teríamos nossa ciência. Sem contar que o desenvolvimento paralelo da ciência ajudou a lançar luz em muitas questões epistemológicas (HEMPEL, 1974; POPPER, 2008; LAUDAN, 2011; CHALMERS, 2017). A outra razão é que não temos nenhuma garantia que a questão da verdade admita uma solução. A segunda opção, que chamaremos de Aposta, embora seja aceitável, padece dos mesmos

problemas do operacionalismo (cf. HEMPEL, 1974). Se adotarmos a solução da Aposta, teríamos, pelo menos três conceitos de verossimilhança: por correspondência, por coerência e pragmática. Além disso, nossas teorias teriam que ser avaliadas separadamente, seguindo critérios particulares de verdade. Porém, como essa abordagem não é relativista, enquanto não estabelecemos qual a melhor teoria da verdade, qual o critério deveremos escolher? Qual critério será usado nas críticas? Já o ceticismo e o relativismo apresentam contradições tão graves quanto aquelas das teorias da verdade (MOSER, MULDER, TROUT, 2008). A quinta opção é aquela proposta por Laudan (2011) e a que julgamos mais adequada. A partir dela é possível resgatar o conceito de Verossimilhança, ressignificando os termos conteúdo veritativo e conteúdo de falsidade, a partir das noções de problemas empíricos e conceituais propostos por Laudan (2011) e com a introdução de novos conceitos. É o que faremos nas próximas seções.

III. Recuperando o Conceito de Verossimilhança

Na seção anterior, apresentamos algumas das contradições do projeto epistemológico ortodoxo que avalia a atividade científica a partir da verdade ou da falsidade. Argumentamos que a raiz dessas contradições está na própria concepção distinta de verdade. Por isso, como Laudan (2011), acreditamos que a melhor opção é evitar essas dificuldades, apresentando uma epistemologia que não esteja comprometida com uma ideia distinta de verdade. Por outro lado, ainda que nossa abordagem prescindia da noção distinta de veracidade, conservaremos elementos do conceito de verossimilhança para avaliação de teorias, adaptando-o ao nosso projeto.

Inicialmente, convém que conceituemos o que entendemos por abordagem científica. Partilhamos da mesma compreensão proposta por Fourez (1995, p. 66-67):

Pode-se então representar a abordagem científica como se segue. Começamos sempre olhando o mundo já com um certo número de idéias na cabeça: idéias preconcebidas, representações, modelos, sejam científicos, pré-científicos, ou míticos. Essas representações possuem sempre uma certa coerência, mesmo que, levadas ao extremo, possam revelar-se incoerentes. Chamaremos de teorias, leis ou modelos todas essas representações que nos damos do mundo. Longe de provir unicamente das experiências que se acaba de fazer, elas dependem sempre das idéias que se aceitava de início. Quando essas representações não nos convêm, por uma razão ou por outra, nós as substituímos por outras que nos sirvam melhor para fazer o que quisermos.

Mais precisamente, em consonância com essa interpretação do trabalho científico, diremos que uma Teoria Científica é a resposta a uma questão que sugere ou exige um projeto ligado a ciência.

Se os problemas são o foco do pensamento científico, as teorias são seu resultado final. Elas são relevantes, cognitivamente importante, à medida que – e somente à medida que – oferecem soluções adequadas. Se os problemas constituem as perguntas da ciência, as teorias constituem as respostas. A função de uma teoria é resolver a ambiguidade, reduzir a regularidade à uniformidade, mostrar que o que acontece é inteligível e previsível; é a esse complexo de funções que me refiro quando falo de teorias como soluções para problemas. (LAUDAN, 2011, p. 20).

A partir dessa concepção de teoria, Laudan (2011, p. 20-21) introduz duas teses, que adotaremos

como diretrizes para a reformulação do conceito de verossimilhança, a saber:

Tese 1: A primeira e essencial prova de fogo para qualquer teoria é se ela oferece respostas aceitáveis a perguntas interessantes: em outras palavras, se oferece soluções satisfatórias a problemas importantes.

Tese 2: Ao avaliar os méritos das teorias, é mais importante perguntar se constituem soluções adequadas a problemas significativos que perguntar se são “verdadeiras”, “corroboradas”, “bem confirmadas” ou justificáveis de outra maneira dentro quadro conceitual da Epistemologia contemporânea.

Sobre essas teses, é necessário esclarecer o que entendemos por aceitáveis ou adequadas. Definimos esses conceitos com base em um projeto acordado indivíduos que partilham do mesmo Estilo de Pensamento (*Denkstil*) (FLECK, 1986), isto é, indivíduos que compartilham a mesma unidade cognitiva e pesquisam juntos visando a elaboração de conhecimentos cujo interesse condutor é guiado “pela possível certeza das informações e pela ampliação da ação de êxito controlado” (Habermas, 2014, p. 188). Estes indivíduos compõe uma instituição social chamada de Coletivo de Pensamento (*Gedankenkollektiv*) (FLECK, 1986). Em outras palavras, o significado destes termos “(...) são aceitos como resultado de uma decisão ou concordância; nessa medida, são convenções. As decisões são tomadas de acordo com um processo disciplinado por normas.” (POPPER, 2008, p. 113). Observe que, como não estamos comprometidos com algum conceito distinto de verdade, não estamos vulneráveis ao mesmo dilema do falsificacionismo. Nosso modelo inclui na sua base a relatividade ontológica (Dutra, 2010), mas sem se comprometer com o relativismo.

Feitas essas observações, estamos em condições de ressignificar o conceito de verossimilhança. Para isso, propomos que o conteúdo veritativo (CV) de uma teoria seja uma medida dos problemas empíricos e conceituais resolvidos, no mesmo sentido proposto por Laudan (2011). Já o conteúdo de falsidade (CF) é a medida de anomalias e problemas empíricos e conceituais da teoria. Assim, a verossimilhança (Ver) é uma medida da eficácia da teoria em resolver problemas empíricos e conceituais. Por isso quando dizemos que aceitamos uma Teoria T porque ela manifesta um alto grau de verossimilhança, não estamos afirmando que a teoria está mais próxima da verdade (ou tem um conteúdo elevado de verdade), estamos apenas asseverando que T se mostra mais eficiente na resolução de problemas que as suas concorrentes e as suas antecessoras.

Em sua formulação original, a verossimilhança é uma função do tempo, isto é, o conteúdo veritativo e o conteúdo de falsidade de uma teoria variam com o tempo (HEGENBERG; 1973; POPPER, 1975). Segundo Laudan (2011), a nossa reformulação da Verossimilhança preserva essa qualidade e por duas razões. Em primeiro lugar porque à medida que as nossas capacidades de intervenção e observação são ampliadas, novos problemas empíricos e conceituais podem surgir, promovendo uma variação da verossimilhança da teoria. Em segundo lugar, porque as soluções dos problemas empíricos e conceituais não são permanentes:

Uma das mais ricas e saudáveis dimensões da ciência é o aumento ao longo do tempo do rigor dos padrões exigidos para que algo seja tido como solução para um problema. O que uma geração de cientistas aceita como solução perfeitamente adequada muitas vezes será visto pela geração seguinte como resposta inapelavelmente inadequada. A História da Ciência está repleta de casos em que soluções cuja precisão e especificidade que eram perfeitamente adequadas para uma época se tornam inadequadas para outra (LAUDAN, 2011, p. 36).

Diferente do que acontece com falsificacionismo de Popper, uma mudança nos nossos padrões de avaliação de eficiência, não testifica contra nosso modelo. Os padrões de soluções de problemas mudam para aumentar a nossa capacidade de intervir e controlar a natureza. Dito de outra forma: os padrões de avaliação de uma teoria se alteram para cumprir o interesse condutor do conhecimento científico: a possível certeza das informações e a ampliação da ação de êxito controlado (HABERMAS, 2014, p. 188).

Isso conclui a nossa recuperação do conceito de verossimilhança. Agora, começaremos a pavimentar uma forma de enriquecer o conceito de verossimilhança acrescentando uma nova característica ausente na proposta de Popper: uma dimensão espacial. Antes, porém, precisamos diferenciar dois tipos de enunciados, os universais e os particulares e quais seus papéis na ciência.

IV. Enunciados Universais e Particulares

Na epistemologia clássica, Teorias são Enunciados Universais e seu objetivo é apreender a totalidade dos fatos. Enunciados que falam de um conjunto limitado de objetos ou das partes, são os Enunciados Particulares. De acordo com uma visão muito difundida (MAIA, 2014), ciência poderia ser separada em dois setores: puro e aplicado. Os pesquisadores da área pura são aqueles que trabalham na produção e ampliação de teorias (enunciados universais) e resolução de problemas conceituais. Os pesquisadores da área aplicada, em posse das teorias, as utilizam para resolver problemas empíricos e nesse processo vão levantando as anomalias que devem ser resolvidas pelos pesquisadores da área pura². Assim, mesmo epistemologias da ciência tão díspares quanto a de Popper e Kuhn, parecem concordar que os cientistas aplicados usariam as teorias (ou paradigmas) em vigência. Porém, um exame histórico, mostra que essa visão é inadequada (LAUDAN, 2011). As reflexões de Bondi (1997, p. 6) testificam a favor:

Se uma teoria tem sido testada em várias situações, então sabemos que existe um universo de conhecimento — conhecimento empírico — adequadamente descrito pela teoria. É verdade que o aumento na precisão das medidas ou a aplicação da teoria em outra área, diferente daquela em que foi estabelecida, deverá realçar suas falhas. Mas isto não significa que a teoria seja totalmente inválida e que não possa ser utilizada dentro do contexto no qual foi estabelecida. Quando um arquiteto projeta uma casa, como na época dos antigos egípcios, o faz partindo do princípio de que a Terra é plana. Esta é uma hipótese que tem sido negada por meios bastante convincentes e, mesmo assim, é possível trabalhar em uma área bastante restrita imaginando que a Terra seja plana. A diferença entre os nossos dias e o período que precedeu a negação da teoria da planura da Terra, está simplesmente no fato de se dizer: esse é um bom método de trabalho, ao invés de se dizer: essa é a verdade. É verdade que existem debates, dos quais nunca participei e nem os entendi perfeitamente, sobre se verdade é uma palavra que tenha significado em ciência. Meu ponto de vista é que ciência não tem nada a ver com verdade, entretanto não me sinto suficientemente bem preparado para discutir sobre este aspecto, de maneira mais profunda. De qualquer forma, o que na verdade mudou em relação à teoria da planura da Terra foi a atitude em relação a ela, é este o aspecto realmente importante. Entretanto, isto não diminui a importância de continuar utilizando, de maneira restrita, um método que tem sido comprovado.

² Essa é uma visão simplificada. Para críticas e outros apontamentos, recomendamos ver Maia (2014).



O relato de Bondi (1997) revela um aspecto importante sobre a ciência: teorias (ou paradigmas) que foram “falsificadas” (ou substituídos) continuam sendo usados em circunstâncias especiais. Isso significa que uma teoria pode ser inadequada globalmente, isto é, enquanto modelo de apreensão da totalidade, mas pode ser adequada localmente, isto é, enquanto modelo de apreensão da particularidade. Mas, como toda experimentação e intervenção é a ação orientada a uma porção do Universo, então são apreensões locais. Uma teoria é aceita porque manifesta, nos domínios em que foi testada, valores cognitivos exemplares (LACEY, 2008) e acumula problemas empíricos e conceituais resolvidos. Em outras palavras, nos limites onde ela foi testada e bem-sucedida, ela é ainda pode ser um instrumento extremamente eficaz. Essa é a razão pela qual os cientistas, engenheiros e técnicos podem optar por uma teoria (ou paradigma) falsificada (ou rejeitada), justamente como no caso descrito por Bondi (1997).

A partir desse caso, iremos apresentar a seguinte tese: teorias “falsificadas” ou paradigmas rejeitados podem ser úteis localmente, comportando-se de forma análoga aos enunciados singulares. Essa tese poderá causar um estranhamento ao filósofo da ciência ortodoxo. Protestarão que uma teoria, um enunciado universal, não pode ser predicada como enunciado singular. Poderemos evitar essa dificuldade se especificarmos um pouco melhor nossa tese. Uma teoria é um enunciado universal sobre um determinado mundo possível, mas não em todos os mundos possíveis. Essa é a razão de nossas teorias científicas serem sintéticas e contingentes (SACRINI, 2016). Podemos sempre imaginar um mundo M' onde uma determinada Teoria T' , ainda que tenha sido “falsificada” no nosso mundo M , é verdadeira. Ou seja, T' ainda continua sendo um enunciado universal e verdadeira em M' . Agora, imaginemos que em nosso mundo M , existe uma região L , que se comporta de forma semelhante ou idêntica à uma região L' de M' . Assim, T' é uma descrição eficiente de L' , pois é verdadeira para M' . Mas como L se comporta de forma semelhante ou igual L' , então segue que, T' é uma descrição eficiente de L . Nesse sentido, diremos que T' é uma Teoria satisfatória para modelar ou “explicar” L . Assim diríamos que em L tudo se passa como se o mundo fosse M' (embora não seja). Por outro lado, se definirmos uma Teoria como uma resposta a problemas empíricos e conceituais, diremos que uma Teoria T' que, embora, globalmente não seja tão eficiente quanto as suas concorrentes T_i , para determinadas localidades L , é extremamente eficiente, e em alguns casos, preferíveis a suas concorrentes T_i . Em ambos os casos, as Teorias T' se comportam de forma análoga aos enunciados singulares, pois, em nosso mundo M , elas apenas se aplicam a regiões específicas.

Feitos esses esclarecimentos, introduziremos a seguinte nomenclatura: chamaremos de Teoria Local (TL), toda teoria que tenha sido “falsificada” ou que globalmente deixou de ser adequada para a solução de problemas, mas para determinadas regiões L de nosso Mundo M , são extremamente satisfatórias, operando de forma similar aos enunciados singulares. Por sua vez, designaremos por Teoria Global (TG), toda teoria que não foi falsificada ou que seja extremamente eficiente na resolução de problemas de nosso Mundo M como um todo.

A partir destas reflexões sobre a experimentação e a intervenção, globalidade e localidade, podemos também compreender os papéis dos enunciados universais e particulares para o êxito do interesse condutor do conhecimento científico. Os enunciados universais priorizam a possível certeza das informações. Já a ampliação da ação de êxito controlado é priorizada por enunciados particulares. Isso ocorre porque o controle e a intervenção nunca se dão sobre a totalidade (domínio dos enunciados universais), mas sobre uma região restrita do universo, os sistemas físicos (domínio dos enunciados particulares). Por isso aquilo que chamamos de Ciência é justamente essa relação dialética e dinâmica entre apreensão da totalidade e da singularidade e o interesse condutor do seu conhecimento preza “pela possível certeza das informações e pela ampliação da ação de êxito controlado” (HABERMAS, 2014, p. 188).

Assim, obtemos uma reformulação do conceito de Teoria, coerente com interesse condutor da ciência e que avança em relação as concepções contemporâneas. Essa reformulação exige que diferenciemos a verossimilhança de uma teoria válida localmente (TL), doravante verossimilhança local, da verossimilhança de uma teoria vigente e que apreende a totalidade (TG), doravante verossimilhança global. É o que faremos na próxima seção.

V. Verossimilhança Global e Verossimilhança Local

O conceito de verossimilhança, como pensado por Popper (1975), é apenas uma função do tempo. Isso é compreensível. A verossimilhança é uma medida das Teorias e Teorias são Enunciados Universais (Popper, 2008), portanto devem englobar a totalidade dos fatos. Porém, podemos estendê-los aos enunciados singulares e as Teorias válida Locais se adicionarmos uma dimensão espacial.

Uma Teoria Local, é uma Teoria que manifesta efetividade sobre determinadas condições de contorno. Por outro lado, uma Teoria Global é uma teoria entendida no sentido tradicional, aquele concebido por filósofos da ciência como Carnap, Popper e Hempel, um enunciado universal que visa apreender a totalidade do Mundo. Dito de outra forma, a condição de contorno de uma Teoria Global é o próprio Universo (nosso mundo M). E essa é a razão, porque Popper, nem nenhum dos seus sucessores, cogitaram uma dimensão espacial à verossimilhança. O fato de que não podemos excluir a localidade em nosso estudo epistemológico das teorias é testificado pelos relatos de Bondi (1997, p. 06) (cf. seção IV) e Laudan (2011, p. 35):

Como deve ficar claro, a noção de solução é muito relativa e comparativa, a de explicação, não. Podemos ter duas teorias diferentes que resolvem o mesmo problema e, no entanto, dizer que uma delas é melhor (ou seja, uma aproximação maior) que a outra. Muitos filósofos da ciência não permitem expressões e comparações semelhantes na retórica da explicação; no modelo padrão de explicação, algo definitivamente é ou não é explicação — não são aceitos graus de adequação. Por exemplo, os filósofos da ciência muito se perturbaram com os dados relacionados às teorias de Galileu e de Newton sobre a queda dos corpos. Uma vez que não podiam dizer que ambas as teorias "explicavam" os fenômenos de queda (porque as duas eram formalmente incompatíveis), inventaram uma série de dispositivos para excluir o título de "explicativa" de uma ou de outra teoria. Mas decerto é mais natural historicamente e mais sensato conceitualmente dizer que ambas as teorias (a de Galileu e a de Newton) resolviam o problema da queda livre, uma talvez com maior precisão que a outra (embora até isso seja questionável). Conta pontos para ambos que, como o próprio Newton percebeu, cada uma delas oferecia uma solução adequada ao problema em questão. Não podemos, porém, usar dessa maneira natural de descrever a situação se aceitarmos muitas das atuais doutrinas acerca da natureza da explicação.

Assim, diremos que a verossimilhança, definida como o grau de efetividade na resolução de problemas empíricos e conceituais, varia com o tempo (dimensão temporal) e com as condições de contorno (dimensão espacial). Falaremos em verossimilhança global, quando a condição de contorno é o próprio Universo (mundo M), do contrário, falaremos em verossimilhança local. Assim, ainda que a Teoria da Relatividade Geral apresente maior verossimilhança global que a Teoria Gravitação Universal Clássica, as duas apresentam graus semelhantes de verossimilhança local, a ponto de a teoria newtoniana ser preferível a relativística. Essa é a razão para o astronauta Bill Anders, da missão Apollo 8, ter respondido que quem estava na



maior parte da direção da nave espacial era Isaac Newton (CHAIKIN. 1994, p. 127) e não Albert Einstein.

Uma questão, entretanto, que ainda permanece em aberto é: se duas ou mais teorias manifestam verossimilhanças locais iguais ou semelhantes, o que torna uma preferível a outra? Há, pelo menos dois critérios, que poderiam ser utilizados. O primeiro é a confiabilidade instrumental. Uma teoria mais antiga, como a Gravitação Universal, vem sendo submetida há testes variados por séculos e foi bem-sucedida em diversos deles. Nos regimes onde ela apresenta alto grau de verossimilhança (local), a sua confiabilidade instrumental é mais elevada que aquela da Relatividade Geral. Entretanto, esse critério está sujeito as mesmas objeções apresentadas por Hempel (1974) sobre a comprovação científica. Com efeito, após um acúmulo de experimentos bem-sucedidos, novos experimentos pouco somam a confiabilidade instrumental. Depois de algum tempo, a teoria nova alcançará uma confiabilidade instrumental, muito próxima da antiga, de forma que esse critério perde sua relevância na escolha.

O segundo critério, e que parece mais promissor, é a simplicidade ou a comodidade. Em sua seminal monografia sobre a metafísica do tempo e da simultaneidade, Poincaré (2011, p. 39) conclui da seguinte forma:

Não há regra geral, não há regra rigorosa; há uma multidão de pequenas regras aplicáveis a cada caso particular. Essas regras não se impõem a nós, e poderíamos divertir-nos inventando outras; contudo, não poderíamos nos afastar delas sem complicar muito o enunciado das leis da física, da mecânica e da astronomia. Portanto escolhemos essas regras não porque elas sejam verdadeiras, mas porque são as mais cômodas, e poderíamos resumi-las dizendo: “A simultaneidade de dois eventos, ou a ordem de sua sucessão, e a igualdade de duas durações devem ser definidas de tal modo que o enunciado das leis naturais seja tão simples quanto possível. Em outros termos, todas essas regras, todas essas definições são apenas fruto de um oportunismo inconsciente.”

Em seu exame sobre as teorias, Lacey (2008, p. 84-86) define o valor cognitivo de uma teoria, como a manifestação de seis qualidades, a saber: 1. Adequação Empírica; 2. Consistência; 3. Simplicidade; 4. Fecundidade (Fertilidade); 5. Poder Explicativo; 6. Predição. Assim, globalmente, a Teoria da Relatividade Geral, manifesta um grau maior de valores cognitivos do que a Teoria Universal da Gravitação, ainda que esta seja mais simples que aquela. Localmente, as duas teorias são empiricamente adequadas, consistentes, fecundas, realizam previsões corroboradas e apresentam poder explicativo semelhante, porém como a Teoria da Gravitação Universal é mais simples que a Teoria da Relatividade Geral, então localmente a Teoria da Gravitação Universal manifesta um grau mais elevado que a Teoria da Relatividade Geral. Por isso, propomos sobrepor ao nosso conceito de verossimilhança local, o seguinte princípio normativo, que chamaremos de Princípio de Poincaré: “Se duas ou mais teorias apresentam uma verossimilhança igual ou semelhante, escolhemos aquela cujo enunciado das leis naturais seja tão simples quanto possível”.

Um corolário interessante desses conceitos é que uma Teoria Falsa F pode ser, localmente, preferível ou manifestar um grau mais elevado de Valores Cognitivos em relação a uma Teoria Verdadeira V. Para que isso ocorra basta que F e V apresentem localmente a mesma verossimilhança, e F seja mais simples que V. Para o racionalista e o realista, essa situação pode soar como um escândalo epistemológico. Porém, é preciso lembrar que o enfoque dos epistemólogos tradicionais tem sido o Global e não o Local. Eles estão interessados nas Teorias enquanto enunciados universais. Nesse sentido, não há possibilidade que a Teoria F manifeste

um grau maior de valores cognitivos ou verossimilhança maior que a Teoria V. Ademais, deve-se observar que os pesquisadores empenhados nos aspectos práticos e na intervenção demonstram mais interesse pela solução dos problemas empíricos, do que pela questão da verdade (LAUDAN, 2011; HACKING, 2012). É por isso que eles podem deixar a direção com Newton, ao invés de Einstein.

VI. Possibilidades para o Ensino de Física

Nesse ensaio mostramos as dificuldades inerentes a avaliação cognitiva de teorias a partir do conceito de verdade. Como Laudan (2011), propomos uma abordagem orientada pela eficiência na solução de problemas empíricos e conceituais. De acordo com esse projeto, a verossimilhança então é uma medida de eficácia das teorias em responder eficiente e adequadamente as nossas perguntas. Também, percebemos que a natureza desses problemas pode ser local, isto é, quando estamos interessados em intervenções e no controle de partes de nosso mundo, ou global, quando queremos apreender a totalidade do mundo, isto é, quando o Universo são as nossas condições de contorno. Se incluirmos como princípio normativo a simplicidade, isto é, “(...) que o enunciado das leis naturais seja tão simples quanto possível” (POINCARÉ, 2011, p. 39), então uma teoria que manifesta maior verossimilhança global, em relação as suas concorrentes, pode manifestar um grau menor de verossimilhança local, em relação as suas concorrentes ou a teorias que já foram “falsificadas”.

Essa abordagem pode ser útil na em diversos aspectos da educação científica. Em primeiro lugar, ela visa ser uma descrição mais fidedigna do trabalho científico do que as reconstruções racionais, mas sem ceder ao subjetivismo e ao relativismo. Desta forma, ela permite apreender uma imagem mais adequada do trabalho científico, opondo-se ao ensino dogmático, que prioriza “(...) apenas os resultados da ciência, e não o processo científico que levou à gradual formação e aceitação das teorias” (MARTINS, 2022, p. 36), deste ensino anticientífico. A abordagem que propomos permite compreender que “a ciência não é uma “verdade”, mas algo que se aceita em certa época porque parece bem fundamentado em observações, cálculos, argumentos, discussões. A ciência não é uma “verdade”, mas algo que se aceita em certa época porque parece bem fundamentado em observações, cálculos, argumentos, discussões.” (MARTINS, 2022, p. 36).

Esse modelo também evita as questões inconvenientes que surgem quando avaliamos o conteúdo veritativo das teorias, como, por exemplo: se o conteúdo veritativo da Teoria da Relatividade Geral (TRG) é maior que a da Teoria da Gravitação Universal (TGU), então porque, em muitas ocasiões, cientistas, engenheiros e congêneres preferem essa a teoria em detrimento daquela? Por que na organização dos currículos de ciência (tanto no nível básico quanto no superior), inclui em seus tópicos teorias que já foram “falsificadas”?

Enquanto para o positivista e o falsificacionista é difícil responder essas questões, sem se contradizer (CHALMERS, 2017), para nós, não é. A primeira pergunta, responderíamos, que é porque a verossimilhança local da TGU é maior que a TRG (embora, a global não seja), ou seja, a TGU é eficiente na resolução de problemas locais e é mais simples (econômica). Quanto a segunda questão, o planejamento de currículo, podemos justificar em um ensino que vise a solução de problemas, sejam estes os problemas da comunidade, ou propostos pelos educandos ou aqueles que os pesquisadores e técnicos devem lidar. Se o foco for a solução de problemas e não um conceito controverso de “verdade”, então o que orientará a concepção do currículo não será tanto a verossimilhança global, mas a local.

Também acreditamos que ao mudar o enfoque da verdade para solução de problemas,



superamos tanto o cientificismo quanto o obscurantismo. Estas duas posições se sustentam em uma defesa dogmática da verdade. Os cientificistas relegam a ciência e seus métodos, enquanto os obscurantistas recorrem a percepção subjetiva e uma fenomenologia ingênua. Ao rejeitar a posse da verdade e qualquer posição apologética, a ciência e os outros saberes são avaliados pelos seus méritos na resolução dos problemas. É por isso que podemos “(...) continuar utilizando, de maneira restrita, um método que tem sido comprovado” (BONDI, 1997, p. 6) e que o astronauta Bill Anders, da missão Apollo 8, está justificado em confiar a direção de sua nave espacial à Newton (CHAIKIN, 1994, p. 127) e não Einstein.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC – Brasil.

Referências

- BONDI, H. **Conjetura e Mito na Física**. 2ª ed. Brasília: Editora UnB, 1997.
- CHAIKIN, A. **A man on the moon: The voyages of the Apollo astronauts**. New York: Viking Press, 1994.
- CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, Afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 2017.
- DUTRA, L. H. A. **Introdução à Epistemologia**. São Paulo: Editora Unesp, 2010.
- DUTRA, L. H. A. **Introdução à Teoria da Ciência**. 4ª ed. Florianópolis: EdUFSC, 2017.
- FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza, 1986.
- FOUREZ, G. **A Construção das Ciências**. São Paulo: Editora Unesp, 1995.
- HABERMAS, J. **Técnica e Ciência como “Ideologia”**. São Paulo: EdUnesp, 2014.
- HACKING, I. **Representar e Intervir**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2012.
- HEGENBERG, L. **Explicações Científicas**. 2ª Ed. São Paulo: E.P.U., EdUSP, 1973.
- HEMPEL, G. **Filosofia da Ciência Natural**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.
- LACEY, H. **Valores e Atividade Científica 1**. 2ª Ed. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/ Editora 34, 2008.
- LAUDAN, L. **O Progresso e seus Problemas**. São Paulo: EdUnesp, 2011.
- MAIA, C. A. **História das ciências: uma história de historiadores ausentes -precondições para o aparecimento dos sciences studies**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013
- MARTINS, R. A. **Ensaio sobre História e Filosofia das Ciências II**. Extrema: Quamcumque Editum, 2022.
- MOSER, P. K., MULDER, D. H. TROUT, J. D. **A Teoria do Conhecimento**. 2ª Ed. São Paulo: WMF, 2008
- POINCARÉ, H. **O Valor da Ciência**. Brasília: Editora UnB, 2011.
- POPPER, K. **Conhecimento Objetivo**. São Paulo: EdUSP, 1975.
- POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Cultrix, 2008.
- SACRINI, M. **Introdução à Análise Argumentativa**. São Paulo: Paulus, 2016.