

REVISANDO A VEROSSIMILHANÇA: UMA ABORDAGEM PRAGMÁTICA E WITTGENSTEINIANA PARA SUPERAR A INCOMENSURABILIDADE

REVISING VERISIMILITUDE: A PRAGMATIC AND WITTGENSTEINIAN APPROACH TO OVERCOMING INCOMMENSURABILITY

Clair de Luma Capiberibe Nunes¹
Wellington Pereira de Queirós²

Resumo:

Desde a publicação de *A Estrutura das Revoluções Científicas* de T. S. Kuhn, o desafio de superar a incomensurabilidade entre paradigmas distintos tem sido central na filosofia da ciência e no ensino. A questão essencial permanece: como ensinar a Teoria da Relatividade Geral a partir de paradigmas aparentemente incomunicáveis, como a Teoria da Gravitação Universal de Newton? Este artigo propõe uma modificação do conceito de verossimilhança, originalmente desenvolvido por Popper para medir a diferença entre conteúdos verdadeiros e falsos nas teorias. A proposta destaca como a verossimilhança pode ajudar a superar a incomensurabilidade entre paradigmas e orientar a escolha entre teorias científicas. A fundamentação teórica se baseia nas contribuições de Laudan, Da Costa e na filosofia de Wittgenstein. Reformulamos o conceito de verossimilhança, substituindo elementos veritativos por medidas que envolvem problemas solucionados e anômalos. Além disso, sugerimos uma análise localizada da verossimilhança, explicando por que teorias "falsificadas" podem ser preferíveis a outras ainda não testadas, em determinados contextos. Esta abordagem oferece uma solução teórica para a incomensurabilidade e apresenta implicações práticas significativas para o ensino científico, proporcionando um novo quadro conceitual para a integração de teorias aparentemente discrepantes.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Epistemologia, Gramática Científica

Abstract:

Since the publication of *The Structure of Scientific Revolutions* by T. S. Kuhn, the challenge of overcoming incommensurability between distinct paradigms has been central to the philosophy of science and science education. The essential question remains: how can General Relativity be taught from seemingly incommensurable paradigms, such as Newton's Universal Gravitation Theory? This paper proposes a modification of the concept of verisimilitude, originally developed by Popper to measure the difference between true and false contents in theories. The proposal emphasizes how verisimilitude can help overcome incommensurability between paradigms and guide the choice between scientific theories. The theoretical foundation is based on the contributions of Laudan, Da Costa, and Wittgenstein's philosophy. We reformulate the concept of verisimilitude, replacing veritative elements with measures that involve solved and anomalous problems. Furthermore, we suggest a localized analysis of verisimilitude, explaining why "falsified" theories might be preferable to others that have not yet been tested in certain contexts. This approach offers a theoretical solution to incommensurability and presents significant practical implications for science education, providing a new conceptual framework for integrating seemingly disparate theories.

Keywords: Science Education, Epistemology, Scientific Grammar

¹ Bacharel em Comunicação Social (UNIDERP). Licenciada em Física (UFMS). Mestre em Ensino de Ciências (PPEC/UFMS). Doutora em Ensino de Ciências (PPEC/UFMS). Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/3152487475109767>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6536-3131>.

E-mail: clair.capiberibe@ufms.br

² Licenciado em Matemática (IBRA). Licenciado em Física (UFG). Mestre em Física (UFG). Doutor em Educação para a Ciência (UNESP-Bauru). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6527714159537457>. ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-9734-7136>. E-mail: wellington.queiros@ufms.br

Introdução

Neste ensaio, exploramos o desafio da incomensurabilidade entre paradigmas científicos. Essa dificuldade gera desafios significativos no ensino de ciências, já que a falta de comunicação entre paradigmas impede a aplicação do conhecimento adquirido, exigindo uma aprendizagem desde o início. Apesar das tentativas de Kuhn (2006) com sua teoria do léxico científico, ainda persistem lacunas na interconexão efetiva entre paradigmas (CONDÉ, 2020).

Apresentamos a Reversão Gramatical como uma inovação conceitual, derivada da reinterpretação da Verossimilhança de Popper à luz das perspectivas de Laudan (2011) e Da Costa (2018), e das ideias do Segundo Wittgenstein (1984, 1992). Este conceito propõe uma abordagem metodológica para superar as barreiras da incomensurabilidade, oferecendo uma síntese eficaz entre diferentes paradigmas científicos. O ensaio começa contextualizando a verossimilhança, analisando suas críticas e reformulando-a, culminando na apresentação do conceito de Reversão Gramatical.

O conceito de verossimilhança

Para entender o contexto em que o conceito de Verossimilhança surgiu, é importante lembrar que Popper (1975, 2008), seguindo o exemplo Hume, rejeitou a possibilidade de uma Lógica Indutiva. Ele argumentou que nenhum conjunto finito de experimentos pode determinar a veracidade de uma hipótese ou teoria; podemos apenas confirmar sua falsidade. No entanto, Popper reconhecia que mesmo quando uma hipótese é provada falsa, ela ainda pode conter elementos de verdade. Com base nesse princípio, Popper se esforçou para desenvolver uma metateoria qualitativa que permitisse estabelecer o grau de verossimilhança entre duas teorias. Em sua obra "Conhecimento Objetivo", publicada em 1972, Popper (1975, p. 58) introduz o conceito de verossimilhança da seguinte maneira:

Intuitivamente falando uma teoria T_1 tem menos verossimilitude do que uma teoria T_2 se, e apenas se, (a) seus conteúdos de verdade e de falsidade (ou suas medidas) forem comparáveis, ou se (b) o conteúdo de verdade mas não o conteúdo de falsidade, de T_1 for menor que o de T_2 , ou ainda se (c) o conteúdo de verdade de T_1 não for maior que o de T_2 , mas seu conteúdo de falsidade for maior. Em suma, dizemos que T_2 está mais perto da verdade, ou é mais semelhante à verdade, do que T_1 , se, e apenas se, mais asserções verdadeiras decorrerem dela, porém não mais asserções falsas, ou pelo menos igualmente tantas asserções verdadeiras, porém menos asserções falsas.

Por exemplo, se considerarmos o modelo geocêntrico de Ptolomeu e o modelo heliocêntrico de Copérnico, ambos eventualmente falsificados, já que a Terra orbita o Sol em órbitas quase-elípticas, como sugerem as observações e a Teoria da Relatividade Geral. Popper argumenta que, embora ambas as hipóteses tenham sido refutadas, o modelo heliocêntrico está mais próximo da "verdade" em comparação com o modelo geocêntrico.

Segundo a perspectiva de Popper, a verossimilhança de uma hipótese P , representada como $Ver(P)$, pode ser calculada como a diferença entre seu conteúdo veritativo, $C_v(P)$, que abrange o conjunto de consequências lógicas de H que se mostraram verdadeiras empiricamente, e seu conteúdo de falsidade, $C_f(P)$, que engloba o conjunto de consequências lógicas de P que se revelaram falsas

empiricamente. Portanto, a medida de verossimilhança de P é expressa através da seguinte relação (HEGENBERG, 1973, p.121):

$$\text{Ver}(P) = C_v(P) - C_f(P)$$

O cálculo da verossimilhança depende da complexidade da hipótese que estamos avaliando. Em geral, envolve o uso de métodos estatísticos (embora deva ser distinguido da lógica indutiva, apesar de algumas semelhanças). De maneira simplificada, o procedimento pode ser ilustrado com base no exemplo proposto por Hegenberg (1973, p. 120):

É claro que 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).

Além disso, é importante ressaltar que a verossimilhança de uma hipótese é uma função do tempo. Por exemplo, na época em que Ptolomeu formulou seu modelo geocêntrico, embora já existissem modelos heliocêntricos, a hipótese ptolomaica era considerada mais verossímil do que as hipóteses heliocêntricas. No entanto, à medida que novos dados foram surgindo e com o desenvolvimento da mecânica, a verossimilhança da hipótese ptolomaica foi diminuindo, enquanto a hipótese heliocêntrica, com órbitas circulares, ganhou mais verossimilhança. Por essa razão,

Colhidos os C_v e C_f , num dado instante histórico dispomos de meios para avaliar a conveniência de adotar uma teoria, guiados, como podemos ser, pela $\text{Ver}(T)$. O tempo, entretanto, se encarregará de alterar tanto C_v quanto C_f , desde que a teoria não seja "má" ad hoc, e de uma análise de $\text{Ver}(T)$ se poderá concluir da conveniência de buscar outra explicação, outra teoria, ou da relevância que a teoria proposta pode ter para os fenômenos que visa explicar (HEGENBERG, 1973, p.121).

A verossimilhança também apresenta certa semelhança com o critério de confirmação proposto por Carnap, já que ambas as abordagens têm uma base estatística, embora se fundamentem em lógicas diferentes, sendo a de Carnap relacionada à lógica indutiva, enquanto a verossimilhança se baseia na lógica dedutiva. Portanto, é importante considerar questões relacionadas à quantidade e diversidade de experimentos para garantir que a medida da verossimilhança não seja influenciada por vieses (HEMPEL, 1974) e não esteja sujeita às consequências do paradoxo de Hempel e Goodman. Assim, com as devidas precauções, a verossimilhança parece ser um parâmetro apropriado para a avaliação cognitiva de teorias.

A concepção popperiana de Verossimilhança foi contestada por três autores no segundo número do vigésimo quinto volume do *The British Journal for the Philosophy of Science*, publicado em junho de 1974. Tichý (1974) argumentou que a ideia intuitiva de verossimilhança seria aplicável apenas para teorias construídas usando linguagens muito simples, como a lógica proposicional. Em seguida, Harris

(1974) argumentou que se duas teorias são parcialmente incomensuráveis, como a Mecânica Clássica e a Teoria da Relatividade Geral (TRG), decorre da própria proposição de Popper (1975) sobre verossimilhança que não podemos afirmar que a TRG possui mais conteúdo de verdade do que a Mecânica Newtoniana.

Por fim, Miller (1974) demonstrou que dentro do arcabouço lógico definido por Popper (1975), só podemos comparar o conteúdo de verdade das teorias em relação a uma teoria que sabemos ser verdadeira a priori. Em outras palavras,

[...] isto significa que a definição de verossimilhança de Popper não se aplica a comparações entre teorias que sejam ambas falsas. Mas isto, é claro, era o principal objetivo da teoria que, portanto, falha em relação a seu propósito epistemológico” (HAACK, 2002, p. 165).

Foram feitos esforços para repensar o conceito de Verossimilhança (cf. TICHÝ, 1976), no entanto, essas tentativas não foram melhores sucedidas. A nosso ver, o problema da Verossimilhança reside precisamente na concepção semântica que Popper adotava. Em sua segunda filosofia, Wittgenstein (1984, 1992) destacou a metafísica como a fonte de nossas ilusões gramaticais e propôs uma análise sistêmica e pragmática. Essa concepção, que Popper deplorava, permite uma ressignificação do conceito de Verossimilhança que supera as objeções de Tichý (1974), Harris (1974) e Miller (1974).

Repensando o conceito de verossimilhança

As estruturas topológicas que desenvolvemos anteriormente nos permitem reimaginar o conceito de Verossimilhança proposto por Popper (1975) em termos da Verdade Pragmática (Arquétipos Quase-Verdadeiros) e superar as objeções de Miller (1974). Chamaremos esse conceito de Verossimilhança Pragmática.

Uma Teoria Científica surge como resposta a uma Meta (CHALMERS, 1994), o que demanda um projeto bem elaborado que demonstre um alto grau de verdade pragmática. Portanto, para nós, a expressão "solução para um problema" segue as mesmas diretrizes apresentadas por Laudan (2011, p. 20):

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.

A partir desse pressuposto, conforme Laudan (2011), são apresentadas duas teses fundamentais para a avaliação teórica. Acrescentando a essas teses uma terceira, derivada dos estudos sobre Sentenças Quase-Verdadeiras³ realizados por Da Costa (2018), estabelecemos diretrizes cruciais para a reformulação do conceito de verossimilhança:

³ “(...) a sentença S é pragmaticamente verdadeira, ou quase-verdadeira, em um domínio do saber D, se, dentro de certos limites, S salva as aparências em D ou, em D, tudo se passa como se ela fosse verdadeira segundo a teoria da correspondência. Em determinadas circunstâncias, S é quase-verdadeira simplesmente porque S é verdadeira correspondencialmente falando” (DA COSTA, 2018, p. 140-141).

[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” (LAUDAN, 2011, p. 20-21).

[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” (LAUDAN, 2011, p. 20-21).

[Tese 3]: Uma teoria deve preservar as quase-verdades de suas predecessoras, com exceção apenas em circunstâncias excepcionais, quando alguma quase-verdade possa ser descontinuada (cf. DA COSTA, 2018).

Sobre essas teses, é importante esclarecer o que entendemos como “aceitáveis” ou “adequadas”. Definimos esses conceitos com base em um projeto acordado por indivíduos que compartilham de uma mesma Gramática (cf. WITTGENSTEIN, 1984), ou seja, indivíduos que compartilham a mesma unidade cognitiva e pesquisam juntos com o objetivo de elaborar conhecimento cujo interesse condutor é guiado “(...) pela possível certeza das informações e pela ampliação da ação de êxito controlado” (HABERMAS, 2014, p. 188). Esses indivíduos fazem parte de uma instituição social chamada de Coletivo de Pensamento (*Gedankenkollektiv*) (FLECK, 2010) ou Forma de Vida (WITTGENSTEIN, 1984). Em outras palavras, o significado desses 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).

Observamos que, ao adotarmos uma abordagem não comprometida com a teoria correspondencial de verdade, escapamos do dilema enfrentado pelo falsificacionismo popperiano. As críticas de Popper (1975, 2008) ao instrumentalismo não nos afetam, uma vez que não eliminamos o conceito de verdade, mas sim o redefinimos no âmbito da perspectiva wittgensteiniana. Nessa visão, a verdade é concebida como uma propriedade sistêmica determinada pela Gramática. Importante notar que essa Gramática é suscetível a mudanças, já que suas regras gramaticais são avaliadas à luz das metas da ciência.

Dessa forma, encerramos a construção do contexto necessário para a reformulação do conceito de Verossimilhança. A fim de concluir essa reforma, iremos proceder em quatro etapas, nas quais, fazendo uso de conceitos topológicos, realizaremos a transição da Verossimilhança da dimensão semântica para a dimensão pragmática, permitindo-nos, assim, contornar as objeções de Miller (1974).

Verossimilhança pragmática (local)

Para reformular o conceito de Verossimilhança, vamos seguir a terapêutica proposta por Wittgenstein (1984, p. 57, § 116), que consiste em redirecionar esse conceito “(...) do seu uso metafísico para seu uso cotidiano”. Para entender o que a verossimilhança significa, é necessário abandonar a epistemologia da “pureza cristalina” de Popper e “retornar ao solo áspero” (cf. WITTGENSTEIN, 1984, § 107).

Em outras palavras, vamos conduzir a Verossimilhança da dimensão semântica para a dimensão pragmática.

Para isso, propomos que o conteúdo veritativo (C_V) de uma teoria seja uma medida dos problemas empíricos e conceituais resolvidos, no mesmo sentido proposto por Laudan (2011). Já o conteúdo de falsidade (C_F) 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. Portanto, quando afirmamos 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 declarando que T se mostra mais eficiente na resolução de problemas do que suas concorrentes e suas antecessoras.

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

Diferentemente do falsificacionismo de Popper, uma mudança em nossos padrões de avaliação de eficiência não contradiz nosso modelo. Os padrões para resolver problemas mudam para aumentar nossa capacidade de intervir e controlar a natureza. Em outras palavras, os padrões de avaliação de uma teoria se adaptam para atender ao interesse condutor do conhecimento científico que preza “[...] pela possível certeza das informações e pela ampliação da ação de êxito controlado” (HABERMAS, 2014, p. 188).

Esses são os princípios pragmáticos da Verossimilhança. A próxima etapa envolve enriquecê-los com elementos topológicos. Para isso, devemos introduzir uma nova dimensão que não estava presente na proposta de Popper: uma dimensão espacial. No entanto, antes de avançarmos, é crucial compreender os limites espaciais das teorias, pois como a verossimilhança é uma ferramenta será seu objeto de análise, as teorias, que determinará as melhorias necessárias.

Enunciados universais e particulares

Na epistemologia clássica, as Teorias são consideradas Enunciados Universais cujo objetivo é abranger a totalidade dos fatos. Enunciados que se referem a um conjunto limitado de objetos ou às partes são classificados como Enunciados Particulares. De acordo com uma visão amplamente difundida, a ciência pode ser dividida em dois setores: o puro e o aplicado. Os pesquisadores da

área pura concentram-se na produção e expansão de teorias (enunciados universais) e na resolução de problemas conceituais.

Já os pesquisadores da área aplicada, munidos das teorias, utilizam-nas para solucionar problemas empíricos, ao longo desse processo identificando anomalias que devem ser abordadas pelos pesquisadores da área pura. Assim, mesmo as epistemologias da ciência mais distintas, como as de Popper e Kuhn, parecem concordar que os cientistas aplicados fazem uso das teorias (ou paradigmas) vigentes. Entretanto, uma análise histórica demonstra que essa visão é inadequada (LAUDAN, 2011). As reflexões de Bondi (1997, p. 6) corroboram essa perspectiva:

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.

O relato de Bondi (1997) destaca um aspecto fundamental da ciência: teorias (ou paradigmas) que foram "falsificadas" (ou substituídas) continuam a ser usadas em circunstâncias especiais. Isso significa que uma teoria pode ser inadequada globalmente, ou seja, como um modelo para compreender a totalidade, mas pode ser adequada localmente, ou seja, como um modelo para compreender a particularidade. Uma vez que toda experimentação e intervenção são ações voltadas para uma porção específica do Universo, elas são, por natureza, apreensões locais.

Uma teoria é aceita porque demonstra a capacidade de resolver problemas empíricos e conceituais acumulados (LAUDAN, 2011). Em outras palavras, nos limites onde uma teoria foi testada e obteve sucesso, ela ainda pode ser um instrumento extremamente eficaz (DA COSTA, 2018). Portanto, os cientistas, engenheiros e técnicos podem optar por usar uma teoria que tenha sido "falsificada", exatamente como no caso descrito por Bondi (1997).

Com base nesse cenário, apresentaremos a seguinte tese: teorias "falsificadas" podem ser úteis localmente, comportando-se de forma análoga aos enunciados singulares. Essa tese pode parecer surpreendente para o filósofo da ciência ortodoxo, que pode argumentar que uma teoria, um enunciado universal, não pode ser tratado como um enunciado singular. No entanto, podemos evitar essa dificuldade ao especificar nossa tese com mais detalhes. Uma teoria é um enunciado universal que descreve um mundo possível, mas não necessariamente

todos os mundos possíveis. É por isso que nossas teorias científicas são sintéticas e contingentes (*cf.* DUTRA, 2017).

Podemos sempre imaginar um mundo M' onde uma Teoria T' , mesmo que tenha sido "falsificada" em nosso mundo M , é verdadeira. Ou seja, T' continua sendo um enunciado universal e verdadeiro em M' . Agora, suponhamos que em nosso mundo M , exista uma região L que manifeste um alto grau de Semelhança de Família com uma região L' de M' . Dito de outra forma, se M for homeomórfica a M' , o que significa que compartilham pelo menos um invariante local, restrito aos domínios L e L' .

Portanto, T' é uma descrição eficaz de L' , pois é verdadeira para M' . Dado que L é isomórfica a L' , podemos concluir que T' é uma descrição eficaz de L , porque há entre M' e M um difeomorfismo em L e L' . Nesse sentido, afirmamos que T' é uma Teoria satisfatória para modelar ou "explicar" L . Podemos dizer que, em L , tudo se desenrola como se o mundo fosse M' (embora não seja).

Além disso, se definirmos uma Teoria como uma resposta a problemas empíricos e conceituais, poderemos afirmar que uma Teoria T' , que globalmente não é tão eficaz quanto suas concorrentes T_i , é extremamente eficaz para determinadas localidades L e, em alguns casos, preferível às suas concorrentes T_i . Em ambos os casos, as Teorias T' se comportam de maneira análoga aos enunciados singulares, pois, em nosso mundo M , elas se aplicam apenas a regiões específicas.

Com os esclarecimentos apresentados, introduzimos a seguinte nomenclatura: Teoria Local (T_L) refere-se a qualquer teoria que tenha sido "falsificada" ou que tenha deixado de ser globalmente adequada para a solução de problemas. No entanto, para determinadas regiões L de nosso Mundo M , essas teorias são extremamente satisfatórias, operando de maneira semelhante aos enunciados singulares. Por outro lado, Teoria Global (T_G) abrange teorias que não foram "falsificadas" e que continuam a ser altamente eficazes na resolução de problemas em nosso Mundo M como um todo.

Com base nessas reflexões sobre experimentação e intervenção, globalidade e localidade, também podemos entender os papéis dos enunciados universais e particulares para o sucesso do empreendimento científico. Os enunciados universais buscam proporcionar uma possível certeza das informações, enquanto os enunciados particulares priorizam a ampliação da ação de êxito controlado.

Isso ocorre porque o controle e a intervenção nunca ocorrem sobre a totalidade (domínio dos enunciados universais), mas sim em uma região restrita do universo, os sistemas físicos (domínio dos enunciados particulares). Portanto, aquilo que denominamos como Ciência é, essencialmente, uma relação dialética entre a apreensão da totalidade e da singularidade, onde o interesse condutor do conhecimento científico preza "[...] pela possível certeza das informações e pela ampliação da ação de êxito controlado" (HABERMAS, 2014, p. 188).

Assim, chegamos a uma reformulação do conceito de Teoria, que está em consonância com o interesse condutor da ciência e avança em relação às concepções contemporâneas. Essa reformulação requer que façamos uma distinção entre a verossimilhança de uma teoria válida localmente (T_L), doravante chamada de verossimilhança local, e a verossimilhança de uma teoria abrangente e que apreende a totalidade (T_G), doravante chamada de verossimilhança global. Essa distinção será aprofundada no próximo segmento.

Verossimilhança global e local

O conceito de verossimilhança, tal como formulado por Popper (1975), está intrinsecamente associado ao tempo. Essa conexão é compreensível, uma vez que a verossimilhança é uma medida das teorias, e as teorias consistem em enunciados universais (POPPER, 1968, 1975, 1980, 2008), que, por sua vez, buscam abranger a totalidade dos fatos. No entanto, é possível incorporar enunciados singulares e teorias válidas localmente no conceito de verossimilhança ao introduzir uma dimensão espacial à mesma.

Uma Teoria Local é aquela que demonstra eficácia em condições de contorno específicas. Por outro lado, uma Teoria Global segue o conceito tradicional, conforme delineado pelas epistemologias tradicionais como a de Popper (1975, 2008) e Hempel (1974), ou seja, é um enunciado universal que busca abranger a totalidade do mundo. Em outras palavras, a condição de contorno de uma Teoria Global é o próprio Universo (nosso mundo M). Isso explica por que Popper e seus seguidores não consideraram uma dimensão espacial na verossimilhança. No entanto, é importante destacar que não podemos ignorar a dimensão espacial em nosso estudo epistemológico das teorias, conforme evidenciado nos relatos de Bondi (1997, p. 06) e Laudan (2011, p. 35), este último transcrito a seguir:

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.

Dessa forma, podemos afirmar que a verossimilhança, medida pelo grau de eficácia na resolução de problemas empíricos e conceituais, varia tanto temporalmente (dimensão temporal) quanto de acordo com as condições de contorno (dimensão espacial). Quando as condições de contorno abrangem todo o Universo (mundo M), referimo-nos à verossimilhança global; caso contrário, falamos de verossimilhança local.

É importante enfatizar que essa divisão entre teorias locais e globais é uma necessidade pragmática que emerge do próprio processo de investigação científica. Isso ocorre porque, em geral, os pesquisadores envolvidos em estudos exploratórios e na intervenção demonstram um interesse maior na resolução de problemas empíricos do que na questão da verdade (LAUDAN, 2011).

Esse entendimento destaca a importância do contexto e das necessidades práticas na escolha das teorias, especialmente em cenários locais de pesquisa e intervenção. Esse ponto é corroborado pelo testemunho do astronauta Bill Anders, da missão Apollo 8, que afirmou que Isaac Newton estava na maior parte da direção da nave espacial, e não Albert Einstein (CHAIKIN, 1994, p. 127).

Isso ocorre porque, embora a Teoria da Relatividade Geral apresente uma maior verossimilhança global do que a Teoria da Gravitação Universal Clássica, ambas demonstram graus semelhantes de verossimilhança local. Isso significa que, em contextos específicos e localizados, a teoria newtoniana pode ser preferida devido à sua simplicidade e eficácia em resolver problemas empíricos específicos. É por isso que eles podem preferir deixar a direção nas mãos de Newton em vez de Einstein.

Essas considerações nos permitem transitar o conceito de Verossimilhança de seus aspectos puramente semânticos para uma perspectiva pragmática. Agora, nossa tarefa principal é formalizar esse conceito em uma estrutura axiomática e torná-lo operacional. A primeira etapa, que envolve sua formalização, já foi abordada por Da Costa e Mikenberg (*cf.* DA COSTA, 2018). Portanto, nossos esforços se concentrarão principalmente na operacionalização deste conceito.

Operacionalizando a verossimilhança

O objetivo deste segmento é tornar o conceito de Verossimilhança operacional e demonstrar de maneira clara e direta como ele supera as objeções de Miller (1974). Miller destacou um problema em que só podemos comparar a verossimilhança entre teorias falsas e uma teoria verdadeira. No entanto, uma vez que não temos meios para determinar com certeza se uma teoria é verdadeira (e mesmo que tivéssemos, o conceito de Verossimilhança teria utilidade limitada), optamos por adotar a Verossimilhança Local. Isso significa que nos concentramos na verossimilhança com base em uma teoria selecionada por decisão metodológica como um paradigma exemplar, desde que essa teoria satisfaça as duas primeiras teses apresentadas anteriormente.

Para operacionalizar o conceito de Verossimilhança, consideramos o seguinte cenário: temos U , que é a totalidade dos dados do Universo; M , que é o conjunto de dados dos quais temos acesso e chamamos de Mundo; e T , que é uma Teoria (ou um conjunto de Teorias, se estivermos operando dentro de uma lógica multidedutiva) que oferece a melhor explicação para os dados em M e satisfaz as três Teses. Denotamos por D uma região de M que representa a extensão máxima em que T é quase-verdadeira. Em outras palavras, D é o domínio onde T foi "verificada". Para esta análise, adotaremos a teoria axiomática ZFC, estando a possibilidade de compatibilidade com outras axiomáticas aberta à avaliação. Considerando os elementos fornecidos, apresentaremos as seguintes definições:

[Def₁]: M' é qualquer subconjunto não vazio de D .

[Def₂]: M'' é qualquer subconjunto não vazio do complementar de M' .

[Def₃]: Diremos que M' é maximal quando coincidir com D .

[Def₄]: Diremos que M' é submaximal quando não for maximal.

[Def₅]: A verossimilhança de uma teoria T em D é designada como Verossimilhança Maximal (Ver_M).

[Def₆]: A verossimilhança de uma teoria T em M' submaximal é designada como Verossimilhança Submaximal (Ver_S).

Designaremos como Verossimilhança Pragmática Local qualquer medida qualitativa do conteúdo veritativo de uma Teoria que cumpra com os seguintes axiomas:

[A₀]: A Verossimilhança (Ver) de uma teoria T é igual a 1 se T for verificada em M' , e é igual a 0 se T for falsa em M' .

[A₁]: Se P^c é uma proposição sobre a região complementar de D (D_c), então P^c é indecidível.

[A₂]: "Sobre aquilo que não podemos falar, devemos nos calar" (WITTGENSTEIN, 2001, §7).

[A₃]: Assumiremos, por razões metodológicas, que T é verdadeira em M .

[A₄]: Assumiremos, por razões metodológicas, que os objetos de investigação do Mundo pertencem a M .

[A₅]: Duas ou mais teorias são comensuráveis ou compatíveis em M' , se a verossimilhança delas for idêntica em um mesmo M' .

[A₆]: Sejam $\{T_m\}$ um conjunto enumerável de teorias e $\{M_n\}$ o conjunto de subconjuntos submaximais de M . Se, no Domínio D , $Ver(T_m) = 0$ e em M_n , $Ver(T_m) = \delta(n,m)$ então as teorias são incomensuráveis em M .

A partir desses axiomas, podemos deduzir os seguintes teoremas:

[Te₁]: Não devemos falar sobre P^c .

[Te₂]: Somente proposições P pertencentes a D são significativas.

[Te₃]: Se as Teorias T_i e T_j forem compatíveis em M' e T_i for verificada em M'' , mas T_j não o é, então $Ver(T_i) > Ver(T_j)$.

[Te₄]: Para tomar uma decisão racional entre teorias concorrentes em um determinado domínio M , é fundamental que, pelo menos, uma dessas teorias seja verificada em todos os subconjuntos submaximais (M_k) onde suas concorrentes também são verificadas. Isso significa que deve haver uma teoria que seja consistente e válida em todas as partes ou subdivisões do domínio M onde as outras teorias estão sendo testadas.

Demonstração de Te₁ e Te₂: trivial. Decorrências diretas de A_1 e A_2 .

Demonstração de Te₃: T_i e T_j são compatíveis em M' , portanto, pelos axiomas A_5 e A_0 , em M' , $Ver(T_i) = Ver(T_j) = 1$. No entanto, dado que apenas T_i é

verificada em M'' , então, por A_0 , podemos concluir, que, nesse domínio específico, $\text{Ver}(T_i) = 1$ e $\text{Ver}(T_j) = 0$. Portanto, $\text{Ver}(T_i) > \text{Ver}(T_j)$.

Demonstração de Te_4 : Em decorrência de A_6 , segue que se nenhuma das teorias rivais for verificada em M_k , não será possível fazer uma escolha racional entre elas, já que cada uma delas é válida em diferentes partes do domínio, tornando a comparação impraticável. Portanto, é fundamental que exista pelo menos uma teoria que seja verificada em todos os submaximais M_k em que suas concorrentes foram verificadas para que uma tomada de decisão racional seja possível, conforme estabelecido em Te_3 .

Com base nessa operacionalização, percebemos que as nossas Três Teses, embora sejam condições necessárias, não são suficientes. Isso é justificado por A_2 , Te_3 e Te_4 . Suponha que duas teorias rivais, T_1 e T_2 , salvem os fenômenos em um conjunto M' . Quando estendemos essas teorias para um conjunto M , T_1 salva os fenômenos em um subconjunto M_1 , mas não em M_2 , enquanto T_2 salva os fenômenos em M_2 , mas não em M_1 . Embora ambas teorias salvem todos os fenômenos de sua predecessora em M , elas são incompatíveis em M , portanto, não podem ser avaliadas racionalmente e, por isso, devemos nos calar.

Portanto, durante uma investigação científica, a comunidade epistêmica precisa selecionar um conjunto M onde pelo menos uma das teorias atenda ao critério Te_4 . Isso ocorreu com a Teoria da Relatividade Geral (TRG) em relação à Teoria da Absorção Gravitacional (TAG). Embora a TRG não explique as flutuações irregulares da Lua, M foi escolhido, excluindo essas flutuações e incluindo fenômenos que a TAG não pode explicar, resultando em $\text{Ver}(TRG) > \text{Ver}(TAG)$.

Essa escolha pode ser considerada um elemento não estritamente científico, conforme identificado por Kuhn e Feyerabend (*cf.* KUHN, 2006) em suas análises históricas. No entanto, é necessária para manter a continuidade da pesquisa, representando, de certa forma, um salto de fé. Além disso, essa decisão pode ser racionalmente justificada com base em nossos objetivos e metas imediatas.

Essas reflexões sugerem a necessidade de introduzir uma quarta tese, ou, se preferirmos, um Critério de Verificação Pragmática (CVP). Esse critério é essencial para viabilizar a investigação científica e permitir que definamos a avaliação teórica. O enunciado do CVP é apresentado abaixo:

[CVP]: A determinação de M é uma escolha feita pela comunidade epistêmica e deve incluir, pelo menos, uma teoria T_i que seja verificada em todos os subconjuntos submaximais (M_k) onde suas concorrentes também são verificadas.

Essas estratégias de restrição de M nos permitem superar as objeções levantadas por Miller (1974). Quando Miller (1974) demonstra que um conjunto de teorias falsas, representado por $\{T_i\}$, possui a mesma verossimilhança, isso se refere ao que definimos como Verossimilhança Global ou a Verossimilhança em um M em que não satisfaz o CVP. No entanto, ao adotarmos estritamente esse critério, delimitando o nosso modelo no espaço e no tempo, conseguimos falar em Verossimilhança, o que nos permite classificar as diversas teorias.

Imagine que um grupo de pesquisadores desenvolve um conjunto $\{T_i\}$ de teorias para prever o comportamento de um sistema físico S e realiza um conjunto de experimentos controlados E_j . Como cada experimento é situado em um espaço e tempo específicos, é sempre possível determinar qual das teorias apresenta a maior Verossimilhança Local. Se considerarmos o conjunto $\{E_j\}$, também podemos

estabelecer qual das teorias apresenta a maior Verossimilhança Local em $\{E_j\}$. À medida que j aumenta indefinidamente, a Verossimilhança Local tende a se tornar Global, e a probabilidade de violação do CVP aumenta, levando as teorias $\{T_i\}$ a apresentarem uma verossimilhança nula, como demonstrado por Miller (1974).

Por esse motivo, o CVP e o conceito de Verossimilhança Pragmática (Local) (VPL) são fundamentais tanto para a Investigação Científica quanto para a Avaliação Teórica. Surge aqui uma questão crucial: uma vez que o CVP é um acordo da comunidade epistêmica, a escolha do CVP depende dos valores dessa comunidade. Por isso, investigaremos a relação desse princípio com a Verificação.

VERIFICAÇÃO & FALSIFICAÇÃO

Na epistemologia tradicional, a validação e refutação de teorias são determinadas pela consistência entre as proposições teóricas e um conjunto de proposições protocolares que formam a base empírica (POPPER, 1968, 2008). No entanto, esse modelo mostrou-se inviável (DUTRA, 2017). Na perspectiva wittgensteiniana, toda análise ocorre dentro do contexto de uma Gramática estabelecida pelos nossos Jogos de Linguagem, como ilustrado no seguinte aforismo de Sobre a Certeza:

§ 105. Toda a verificação, confirmação e invalidação de uma hipótese ocorrem já no interior de um sistema. E este sistema não é um ponto de partida mais ou menos arbitrário e duvidoso, para todos os nossos argumentos: não, pertence à essência daquilo a que chamamos um argumento. O sistema não é tanto o ponto de partida, como o elemento onde vivem os argumentos (WITTGENSTEIN, 1992, p. 43).

Portanto, em nossa releitura, o termo “verificar” recupera seu significado etimológico original: tornar algo verdadeiro. Surpreendentemente, contrariando as expectativas dos verificacionistas, esse ato é reversível e pode ser localizado. Ao longo dos séculos XVIII e XIX, a antiga mecânica foi tornada verdadeira, ou seja, foi verificada. No entanto, no final do século XIX e início do século XX, esse feito começou a ser desfeito. A mecânica clássica deixou de ser verificada, e o título de “verificada” passou para a nova mecânica, a Teoria da Relatividade Especial.

No entanto, é importante observar que algumas estruturas bem-formadas do antigo paradigma, os Arquétipos Quase-Verdadeiros, são preservadas, especialmente nos Domínios onde a teoria antiga ainda se mostra satisfatória (DA COSTA, 2018), ou podem existir difeomorfismos. Nessas circunstâncias, podemos afirmar que as teorias antigas estão verificadas. Portanto, podemos falar em uma verificação local, seguindo a mesma lógica da verossimilhança local.

Após estas observações introdutórias, vamos agora analisar de que maneira podemos entender o conceito de verificação. Levando em consideração as metas específicas de cada campo da ciência, a eficiência na consecução dessas metas nos permite descartar alguns Jogos de Linguagem e aprimorar outros. Ao final deste processo, podemos ter várias Gramáticas diferentes, mas igualmente eficazes (WITTGENSTEIN, 1984, 1992). Dado que a padronização é necessária, os pesquisadores trabalham em busca de um consenso (DUTRA, 2022).

Posteriormente, os pesquisadores começam a depurar estes objetos e a determinar, por meio da Gramática, sob quais condições esses objetos emergiriam. Portanto, o que os cientistas fazem é recriar uma situação em laboratório com as condições fundamentais exigidas pela Gramática ou procurar no mundo situações

onde essas condições de base estejam presentes. Em ambos os casos, se houver uma correspondência, ou mesmo um forte indício de sua emergência, podemos afirmar que a Teoria foi verificada em D, ou seja, tornada verdadeira naquele Domínio D.

Na nossa abordagem, é crucial compreender que a verificação é sempre contextualizada no espaço e no tempo (Domínio D). É fundamental destacar que nossa abordagem por se fundamentar na segunda filosofia de Wittgenstein (1984, 1992) é holística, embora não totalizante. Assim, uma proposição não constitui uma mera hipótese isolada, mas sim um conjunto de suposições (WITTGENSTEIN, 1992, § 225) que engloba as regras gramaticais (sintaxe), a semântica de uma Forma de Vida específica e a pragmática associada à pesquisa e experimentação. Portanto, o processo de verificação e falsificação sempre envolve conjuntos de pressupostos interconectados e interdependentes.

Durante o processo de investigação, podemos constatar que objeto previsto pela Gramática não emergiu. Nesse cenário, deparamo-nos com uma anomalia cuja gravidade para a Teoria depende de diversos fatores, conforme discutido por Laudan (2011). O ponto essencial a observar é que a anomalia sinaliza a existência de algum problema na teoria, levando os pesquisadores a buscar soluções para superar essas dificuldades. Nesse contexto, é possível o surgimento de hipóteses adicionais, que podem ser classificadas como construtivas ou ad hoc.

Uma hipótese construtiva consiste em um elemento que é incorporado à Gramática, com o propósito de estabelecer a possibilidade construção de novos objetos e que podem ser submetidas a novos testes empíricos. Em contraste, uma hipótese ad hoc representa uma modificação na Gramática, que visa salvar os fenômenos, mas mantém a estrutura básica da teoria inalterada. Por conseguinte, uma hipótese ad hoc não é sujeita a testes empíricos, uma vez que preserva a estrutura existente sem introduzir elementos novos ou modificados.

Porém, "(...) se o que é regra se tornasse exceção e o que é exceção, regra, ou se as duas se tornassem fenômenos de frequência mais ou menos igual — então nossos jogos de linguagem normais perderiam seu sentido" (WITTGENSTEIN, 1984, p. 65, § 142) e "quando os jogos de linguagem mudam, há uma modificação nos conceitos e, com as mudanças nos conceitos, os significados das palavras também mudam" (WITTGENSTEIN, 1984, p. 31, § 65). Esse processo pode levar a uma reformulação ou rejeição da Gramática. Ele está no cerne daquilo que chamamos de Revolução e Falsificação.

De maneira geral, uma hipótese construtiva pode sugerir uma reforma ou até mesmo uma revolução completa que implica em uma ruptura, como conceituado por Kuhn (2017). Em alguns casos, um sistema pode passar por uma série de reformas tão profundas que, ao compararmos seu estado inicial com o estado atual, parece que ocorreu uma ruptura. Na realidade, toda revolução pode ser vista como uma série de reformas sucessivas.

Quando a convicção de que uma Teoria deve ser abandonada se estabelece, é possível aplicar transformações contínuas que preservem pelo menos uma subestrutura, um Arquétipo Quase-Verdadeiro, que funciona como aquela "gotinha de gramática" capaz de condensar uma "nuvem inteira" (WITTGENSTEIN, 1984). Chamaremos essa subestrutura de "estrutura mínima" ou "núcleo de condensação gramatical" e a partir dela construir uma nova estrutura. Outra abordagem possível é estabelecer um difeomorfismo em relação a alguma estrutura mínima, que denominaremos de " D_∞ ", e, a partir dessa base, buscar outra estrutura distinta que também seja difeomórfica a D_∞ .

Com base nessas considerações, podemos introduzir o processo de falsificação, que compreendemos como uma delimitação da verificação de uma Teoria a um Domínio D . De forma mais precisa, diremos que uma teoria é falsificada quando existe uma fronteira ∂D , para a qual, além dela, pelo menos uma de suas previsões se revela falsa. Portanto, é necessário, por meio de transformações contínuas, reduzi-la a uma estrutura mínima ou a um difeomorfismo com D_∞ e construir uma nova estrutura que seja capaz de explicar os fenômenos para além da fronteira ∂D .

Por essa razão, podemos afirmar que quando os objetos previstos por nossas Teorias emergem em conformidade com a Gramática, ela está Localmente Verificada. Nesse contexto, a Teoria se torna um instrumento confiável para representação e intervenção no Mundo. No entanto, para situações que extrapolam esses limites, a teoria é considerada falsificada, perdendo sua eficácia instrumental. Portanto, uma questão que permanece em aberto é: quando duas ou mais teorias demonstram verossimilhanças locais iguais ou semelhantes, o que torna uma preferível à outra?

Avaliação de teorias

Quando duas ou mais teorias exibem a mesma Verossimilhança Local dentro de um Domínio D , a escolha entre elas requer uma análise cuidadosa das Virtudes Pragmáticas. Nesse contexto, pelo menos dois critérios podem ser considerados, a saber: a confiabilidade instrumental e a simplicidade.

De acordo com o primeiro, uma teoria mais antiga, como a Gravitação Universal, foi submetida a uma variedade de testes por séculos e obteve sucesso em muitos deles. Nos domínios onde ela demonstra alta verossimilhança (local), sua confiabilidade instrumental é maior do que a da Relatividade Geral. No entanto, esse critério enfrenta objeções semelhantes às apresentadas por Hempel (1974) sobre a confirmação científica. Com o tempo, novos experimentos contribuem pouco para a confiabilidade instrumental, e uma teoria mais recente acabará alcançando uma confiabilidade instrumental muito próxima da teoria mais antiga, tornando esse critério menos relevante na escolha.

O segundo critério, também conhecido como conveniência, representa uma variação da Navalha de Occam. Em sua monografia seminal 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.”

A consideração de Poincaré fornece um critério racional para escolher entre teorias que demonstram a mesma verossimilhança. Vamos considerar o caso estudado por Harris (1974), onde comparamos a Teoria Universal da Gravitação com a Teoria da Relatividade Geral. Se houver um domínio D onde ambas as teorias são empiricamente adequadas, consistentes, férteis, capazes de fazer previsões

corroboradas e apresentam poder explicativo semelhante, a Teoria da Gravitação Universal é preferível devido à sua maior simplicidade em relação à Teoria da Relatividade Geral.

Isso se justifica porque, ao rejeitarmos a metafísica do puro cristal (WITTEGENSTEIN, 1984) e assumirmos que a essência é Gramatical (WITTEGENSTEIN, 1984, § 371), juntamente com os resultados de Harris (1974) que mostram que ambas as teorias têm o mesmo conteúdo veritativo global, a escolha entre as teorias é determinada pela conveniência em seu uso. Com base nessa análise, propomos adicionar ao nosso conceito de verossimilhança local um princípio normativo que chamaremos de Navalha de Occam-Poincaré:

[NOP]: Se duas ou mais teorias apresentarem verossimilhança igual devemos escolher aquela cujo enunciado das leis naturais seja o mais simples possível.

Um corolário intrigante 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). Isso ocorre quando F e V apresentam a mesma verossimilhança local, mas F é mais simples que V.

É importante observar que mesmo ao optarmos por utilizar uma Teoria Localmente Verificada, deveríamos, rigorosamente, manter apenas a Gramática Superficial da Teoria Antiga, interpretando-a com base no Sistema de Referência (Gramática Profunda) da Nova Teoria. Esse procedimento está relacionado ao conceito de Reversão Gramatical que veremos a seguir.

Reversão gramatical

Como Miller (1974) demonstrou, a concepção de verossimilhança conforme proposta por Popper (1975) não é realizável. A noção de verossimilhança só faz sentido quando a aplicamos a uma Teoria que consideramos verdadeira. O que denominamos como verossimilhança, essencialmente, se relaciona a uma região específica onde uma teoria foi localmente verificada (Domínio D). Consequentemente, todas as Gramáticas que compartilham a mesma estrutura mínima (núcleo de condensação) nessa região são considerados quase-verdadeiros

No entanto, uma Teoria não se limita apenas à sua estrutura; ela também abrange o significado atribuído aos objetos pela Gramática (WITTEGENSTEIN, 1984, §§ 371, 373). Portanto, quando discutimos verossimilhança, é fundamental destacar que, embora possamos empregar qualquer Gramática Superficial que seja difeomórfica a uma região localmente verificada, é imperativo interpretar os resultados considerando sempre os significados estabelecidos pela Gramática das teorias atualmente aceitas.

Por exemplo, podemos aplicar a Geometria Plana em projetos arquitetônicos ou de engenharia porque, localmente, a Terra é aproximadamente plana. No entanto, estamos cientes de que a Terra não é plana em escala global. Isso significa que não estamos fazendo uma inversão completa, apenas uma mudança de perspectiva cognitiva, uma reversão gramatical.

Em resumo, nossa definição de verossimilhança é sólida, pois está alinhada com um dos critérios de Miller (1974): a verossimilhança é uma medida da proximidade em relação a uma teoria considerada verdadeira, ou seja, a teoria

atualmente verificada. Para aclarar esse conceito, consideremos um exemplo que envolve a Teoria da Gravitação de Newton e a Teoria da Gravitação Relativística.

Os espaços-tempo de Newton e Schwarzschild são localmente isomórficos (difeomórficos), o que significa que, em pequenas escalas e em regiões específicas, as duas teorias produzem resultados semelhantes. Portanto, mesmo que a Teoria da Relatividade Geral seja mais complexa que a Teoria da Gravitação Newtoniana,

[...] em situações simples, leva ao mesmo resultado. Para se lançar foguetes e satélites, basta a teoria de Newton. Os movimentos dos planetas são explicados quase tão bem por uma teoria quanto pela outra. Mas a teoria da relatividade geral leva a pequenas diferenças, e conseguiu explicar irregularidades do movimento de Mercúrio que haviam sido descobertas por Newcomb (MARTINS, 1998, p. 172).

Além disso, os dois espaços-tempos compartilham uma estrutura mínima comum: o Raio de Schwarzschild. Isso implica que, em situações complexas específicas, ambas as teorias geram resultados idênticos. Podemos, então, aproveitar esses domínios comuns para realizar uma reversão gramatical, transicionando de um paradigma para outro.

No século XVIII, Mitchell e Laplace utilizaram o princípio da conservação de energia para determinar a velocidade de escape de corpos lançados da superfície de um astro. Além disso, especularam sobre a existência de uma estrela, denominada "Estrela Negra", na qual a luz emitida de seu centro não conseguiria "escapar" (FROLOV, ZELNIKOV, 2011). Surpreendentemente, a expressão matemática para o raio de uma Estrela Negra é equivalente ao raio de um Buraco Negro de Schwarzschild. Apesar da equivalência sintática, uma Estrela Negra não é um Buraco Negro.

Por definição, um buraco negro é uma região do espaço-tempo de onde nenhum sinal portador de informação pode escapar para o infinito. As palavras "portador de informação" significam sinais que se propagam com uma velocidade menor ou igual à velocidade da luz. São "estrelas negras" buracos negros? Não, eles não são. A grande diferença entre a teoria newtoniana e a relatividade geral é que na primeira existe um processo de mineração de informações, que permite obter informações da superfície de uma "estrela negra" e até mesmo das regiões localizadas no fundo dela. [...]. Na relatividade geral, tal processo [de mineração de informações] é proibido. Na presença de um campo gravitacional, a geometria do espaço-tempo é modificada. Como resultado, a gravidade afeta a estrutura dos cones nulos locais. A luz emitida dentro do raio gravitacional se move para o menor valor do raio r desde o início (FROLOV, ZELNIKOV, 2011, p. 14).

Em outras palavras, ainda que possamos utilizar a Teoria da Gravitação Newtoniana como uma ferramenta confiável que manifesta um alto grau de verossimilhança em casos simples e até em alguns casos mais complexos em relação à Teoria da Relatividade Geral, é importante ressaltar que esses resultados devem ser interpretados à luz da Gramática da Teoria da Relatividade Geral.

Topologia veritativa

As considerações previamente expostas sobre Verossimilhança Local e Global podem ser adequadamente compreendidas por meio de uma analogia com a

Teoria da Medida e a Topologia. Para tanto, é necessário realizar uma breve contextualização (cf. RUDIN, 1976; MUNKRES, 2000; HALMOS, 2013).

É sabido que tanto o conjunto dos números inteiros quanto o conjunto dos números racionais possuem a mesma medida em \mathbb{R} , a saber, zero. No entanto, é igualmente reconhecido que o conjunto dos racionais (\mathbb{Q}) apresenta maior densidade que o conjunto dos inteiros (\mathbb{Z}). Esse fenômeno ocorre em virtude de a densidade ser uma propriedade topológica, enquanto a medida está associada à noção de "tamanho". Um exemplo elucidativo seria o conjunto $X = \mathbb{Q} \cup C$, onde C representa o conjunto de Cantor. Tal conjunto, embora de medida zero, apresenta uma densidade superior à dos números racionais.

Podemos, então, postular que a Verossimilhança Global reflete a medida de uma teoria como um todo, que, nesse contexto, configura-se como um conjunto enumerável. Em relação a uma Teoria Verdadeira T , a qual pode ser compreendida como um contínuo de fatos e suposições, a sua medida será invariavelmente zero. Por outro lado, a Verossimilhança Local corresponde à densidade topológica de uma teoria. Portanto, ao afirmar que T_2 é "mais denso" que T_1 , podemos interpretar essa afirmação por meio do seguinte lema

[Lema]: T_1 contém as verdades de T_2 como um subconjunto próprio, ou seja, os fatos de T_1 estão contidos em T_2 , sendo que T_2 ainda apresenta verdades adicionais.

Por que isso não configura uma contradição? A densidade de um conjunto está intrinsecamente relacionada à sua topologia (como seus pontos estão distribuídos), enquanto a medida diz respeito ao seu "tamanho", que pode ser expresso em termos de comprimento, área ou volume. Dessa forma, um conjunto pode ser topologicamente denso, mas ainda assim possuir medida zero, caso seus pontos estejam distribuídos de maneira "esparsa" em termos de medida.

Considerações finais

Em Conhecimento Objetivo, Karl Popper sustenta que o progresso científico se dá por meio de um processo contínuo de correção de erros. Dentro dessa perspectiva, mesmo que a Teoria da Relatividade Geral seja, em última instância, falsa, ela abrangeria um conjunto mais vasto de verdades do que a Gravitação Newtoniana. Esse critério de comparação entre teorias é denominado por Popper como teoria qualitativa da verossimilhança, cujo propósito é estabelecer um parâmetro que permita avaliar o grau de aproximação de uma teoria em relação à verdade.

Contudo, em 1974, David Miller, em seu artigo *Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude*, publicado no *British Journal for the Philosophy of Science*, demonstrou, por meio de uma rigorosa análise lógica formal e da teoria da correspondência da verdade, a inconsistência dessa formulação. O conceito de verossimilhança, nesse contexto, refere-se à possibilidade de uma teoria científica estar mais próxima da verdade do que outra, ainda que ambas sejam falsas.

Miller argumenta que o critério proposto por Popper, baseado na comparação entre os conjuntos de consequências verdadeiras e falsas de uma teoria, apresenta limitações intransponíveis. De acordo com sua análise, a abordagem popperiana limita-se a permitir comparações apenas entre teorias verdadeiras, tornando-se, portanto, inaplicável à vasta maioria das teorias

científicas, que são suscetíveis a revisão e refutação. Dessa maneira, a tentativa de formular um critério qualitativo para mensurar a proximidade da verdade revela-se profundamente problemática dentro do próprio arcabouço epistemológico de Popper.

As conclusões de Miller encontram respaldo na análise lógica de Harris em *Popper's Definitions of Verisimilitude*, também publicado em 1974 no *British Journal for the Philosophy of Science*. Harris demonstra, de maneira categórica, que a verossimilhança da Teoria da Relatividade Geral é indistinguível da Gravitação Newtoniana, segundo os critérios estabelecidos por Popper.

Tal constatação suscita uma questão epistemológica de considerável profundidade: se o conhecimento é definido como "crença verdadeira justificada" e todas as teorias falsas possuem o mesmo grau de verossimilhança, como justificar a afirmação de que possuímos mais conhecimento do que figuras históricas como Newton ou Aristóteles? Tal questão remete diretamente ao problema da incomensurabilidade, conforme explorado por Thomas Kuhn.

As investigações realizadas sugerem que uma formulação pragmática do conceito de Verossimilhança, à luz das obras de Laudan (2011), Da Costa (2018) e do segundo Wittgenstein (1984, 1992), emerge como uma solução para superar a incomensurabilidade entre distintos paradigmas, possibilitando a continuidade do ensino mesmo diante das rupturas na construção do conhecimento científico. Ao delinear as condições de Verossimilhança Local, podemos identificar estruturas mínimas ou núcleos de condensação que viabilizam o processo de Reversão Gramatical e a transição entre paradigmas.

Quando existem estruturas difeomórficas, duas teorias distintas apresentam semelhanças de família, "(...) uma rede complicada de semelhanças, que se envolvem e se cruzam mutuamente. Semelhanças de conjunto e de pormenor" (WITTGENSTEIN, 1984, p. 41, § 66).. É por meio das Semelhanças de Família que conseguimos nos familiarizar com novos conceitos, ao mesmo tempo que percebemos suas diferenças. Esse processo garante uma transição dialética (*aufhebung*), ou seja, um processo simultâneo de continuidade (afirmação) e ruptura (negação) (cf. CONDÉ, 2020). Essa é interconexão que falta a teoria do léxico de Kuhn (2006; CONDÉ, 2020) e permite transitar entre paradigmas.

Ademais, ao associarmos a Verossimilhança Global de Popper ao conceito de Medida Veritativa, no sentido de uma análise real, e o conceito de Verossimilhança Pragmática (Local) ao conceito de Densidade Veritativa, sendo este último aquilo que poderíamos designar como "conhecimento", é possível sustentar que possuímos um conhecimento superior ao dos predecessores da ciência, como Aristóteles e Newton. Em decorrência dessa associação, podemos afirmar que o progresso científico se dá no aumento da Densidade Veritativa, ainda que sua Medida permaneça invariavelmente zero.

Referências

- BONDI, H. *Conjetura e Mito na Física*. 2ª ed. Brasília: Editora UnB, 1997.
- CHAIKIN, A. *A man on the moon*. New York: Viking Press, 1994.
- CHALMERS, A. F. *A Fabricação da Ciência*. São Paulo: Editora UNESP; 1994.
- CONDÉ, M. L. L. *Wittgenstein e os Filósofos: "Semelhanças de Família"*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2020.
- DA COSTA, N. C. A. *O Conhecimento Científico*. São Paulo: Paulus, 2018.

- DUTRA, L. H. A. *Introdução à Teoria da Ciência*. 4ª ed. Florianópolis: EdUFSC, 2017.
- DUTRA, L. H. A. *Verdade e Investigação*. 3. ed. Ribeirão Preto: Agrya, 2022.
- FLECK, L. *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- FROLOV, V. P. ZELNIKOV. A. *Introduction to Black Hole Physics*. Oxford: Oxford University Press Inc., 2011.
- HAACK, S. *Filosofia das Lógicas*. São Paulo: Editora UNESP, 2002.
- HABERMAS, J. *Técnica e Ciência como "Ideologia"*. São Paulo: EdUnesp, 2014.
- HALMOS, P. R. *Measure Theory*. New York: Springer, 2013.
- HARRIS, J. H. Popper's Definitions of 'Verisimilitude'. *British Journal for the Philosophy of Science*, 25(2): 160–165, 1974.
- 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.
- KUHN, T. S. *O Caminho desde a Estrutura*. São Paulo: Editora Unesp, 2006.
- LAUDAN, L. *O Progresso e seus Problemas*. São Paulo: EdUnesp, 2011.
- MARTINS, R. A. *O Universo: Teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo: Livraria da Física, 1998.
- MILLER, D. W. Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude. *British Journal for the Philosophy of Science*, 25(2): 166–177, 1974.
- MUNKRES, J. *Topology*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- 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.
- RUDIN, W. *Principles of Mathematical Analysis*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1976.
- TICHÝ, P. On Popper's Definitions of Verisimilitude. *British Journal for the Philosophy of Science*, 25(2): 160–165, 1974.
- TICHÝ, P. Verisimilitude Redefined. *British Journal for the Philosophy of Science*, 27(1): 25–42, 1976.
- WITTGENSTEIN, L. *Investigações Filosóficas*. 3ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- WITTGENSTEIN, L. *Da Certeza*. Lisboa: Edições 70, 1992.

Recebido em: 02/2025
Aprovado em: 06/2025