

POR QUE CONFIAR NA CIÊNCIA? UMA ANÁLISE ONTOEPISTEMOLÓGICA

WHY TRUST SCIENCE? AN ONTOEPISTEMOLOGICAL ANALYSIS

Clair de Luma Capiberibe Nunes¹
Wellington Pereira de Queirós²

Resumo:

Este estudo investiga por que podemos confiar na ciência, considerando sua natureza provisória e sujeita a revisões conceituais. A pesquisa adota a perspectiva pragmática do segundo Wittgenstein e se fundamenta em uma abordagem holística, introduzindo o Argumento Holístico do Milagre, desenvolvido pelos autores, para analisar a confiabilidade científica. A questão central é: como justificar a confiança nas teorias científicas diante da Primeira Tese da Subdeterminação? O objetivo é articular rigor metodológico, valores cognitivos e implicações sociais das ciências, propondo um modelo ético normo-utilitarista. Metodologicamente, o estudo recorre à análise conceitual e ao raciocínio formal baseado na Teoria da Complexidade de Kolmogorov, que distingue sequências altamente compressíveis e estruturadas (teorias consistentes) de sequências aleatórias. Classes conceituais inovadoras organizam teorias e padrões naturais, formalizando a improbabilidade de surgimento acidental de teorias coerentes. O estudo evidencia que a ciência, embora não neutra, combina rigor, valores cognitivos e participação social, sustentando a confiança epistêmica. Entre as limitações estão a abstração conceitual das classes e a generalização dos modelos éticos. Pesquisas futuras podem aplicar empiricamente o Argumento Holístico do Milagre, investigar sua extensão a diferentes formas de vida científica, contextos culturais e políticas científicas, avaliando impactos sociais e institucionais.

Palavras-chave: Filosofia das Ciências; Complexidade; Ética; Confiança Pública na Ciência; Pragmática.

Abstract:

This study investigates why we can trust science, considering its provisional nature and susceptibility to conceptual revisions. The research adopts the pragmatic perspective of the later Wittgenstein and is grounded in a holistic approach, introducing the Holistic Miracle Argument, developed by the authors, to analyze scientific reliability. The central question is: how can we justify trust in scientific theories in light of the First Thesis of Underdetermination? The objective is to integrate methodological rigor, cognitive values, and social implications of science, proposing a normative-utilitarian ethical model. Methodologically, the study employs conceptual analysis and formal reasoning based on Kolmogorov's Complexity Theory, which distinguishes highly compressible and structured sequences (consistent theories) from random sequences. Innovative conceptual classes organize theories and natural patterns, formalizing the improbability of coherent theories arising by chance. The study demonstrates that science, although not neutral, combines rigor, cognitive values, and social participation, supporting epistemic trust. Limitations include the conceptual abstraction of the classes and the generalization of ethical models. Future research could empirically apply the Holistic Miracle Argument, explore its extension to different scientific life forms, cultural contexts, and scientific policies, and assess social and institutional impacts.

Keywords: Philosophy of Sciences; Complexity; Ethics; Public Trust in Science; Pragmatics.

¹ Doutora em Ensino de Ciências (UFMS). E-mail: clair.capiberibe@ufms.br, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3152487475109767>

² Doutor em Educação para a Ciência (UNESP). Professor Associado I do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). E-mail: wellington.queiros@ufms.br, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6527714159537457>

Introdução

Ao longo do século XX e até os dias atuais, a ciência tem sido objeto de intenso debate ontoepistemológico, envolvendo questões sobre sua racionalidade, métodos, valores, relação com a verdade e a realidade, o papel da experiência e a demarcação entre ciência e pseudociência (Bagdonas; Silva, 2013). Nesse contexto, destacam-se dois grupos principais: os positivistas, que enfatizam a objetividade, o rigor metodológico e a confiabilidade dos resultados científicos; e os construtivistas, que ressaltam a influência de fatores sociais, culturais e interpretativos sobre a produção do conhecimento, questionando a separação entre ciência e senso comum (Bagdonas; Silva, 2013).

Embora cada abordagem ofereça contribuições relevantes, ambas apresentam limitações quando examinadas à luz da transparência ontoepistemológica. Os positivistas tendem a supervalorizar o rigor metodológico, sem levar plenamente em conta os contextos históricos e sociais que moldam a prática científica, enquanto os construtivistas podem subestimar a confiabilidade dos métodos, aproximando o conhecimento científico de contingências culturais ou do senso comum.

No plano ontológico, observa-se uma disputa paralela entre realistas e antirrealistas. Os realistas defendem que a ciência oferece descrições confiáveis da realidade, enquanto os antirrealistas sustentam que a ciência não necessariamente contempla todos os aspectos do mundo (Rosenberg, 2009; French, 2009). Assim como nas posições epistemológicas, cada perspectiva ontológica enfrenta limitações: os realistas podem superestimar a capacidade da ciência de representar a realidade objetiva, e os antirrealistas podem subestimar sua capacidade de produzir conhecimento confiável.

A análise da história, da filosofia e da prática científica evidencia que nenhuma das abordagens discutidas, isoladamente, consegue capturar plenamente como a ciência constrói confiança e fundamenta seus resultados (cf. Martins, 1986, 2006; Fourez, 1995; Bachelard, 1996; Rosenberg, 2009; French, 2009; Laudan, 2011; Fleck, 2010; Kuhn, 2017). É necessário reconhecer que a produção científica envolve simultaneamente múltiplos fatores: metodológicos, interpretativos, sociais e ontológicos, oferecendo um quadro que vai além de qualquer visão parcial, seja positivista, construtivista, realista ou antirrealista.

Diante dessa perspectiva, a questão de pesquisa passa a ser: como formular uma visão integrada que sustente e justifique a confiança nas ciências, conciliando validade epistemológica e credibilidade realista, mesmo considerando sua natureza intrinsecamente provisória e sujeita a revisões conceituais? Para abordar essa questão, é essencial analisar a ciência em suas duas dimensões fundamentais: a dimensão ontoepistemológica, que se refere à justificativa, à robustez e à coerência do conhecimento científico, incluindo como hipóteses, teorias e evidências se articulam para sustentar a confiança na ciência; e a dimensão social, que envolve os princípios orientadores do papel da ciência na construção e manutenção da confiança pública.

O objetivo desta pesquisa é superar concepções incompletas ou limitadas sobre a ciência (McComas, 1996; Moreira; Massoni, 2016) e visões que a tratam de forma reducionista, desvinculada de seu contexto social e histórico (Bagdonas; Silva, 2013). Para tanto, propomos desenvolver um modelo que reconheça a ciência como um empreendimento humano, realizado por e para humanos (cf. Konder, 1984; Fourez, 1995; Condé, 2004, 2020), capaz de produzir conhecimento

confiável e orientado por valores epistemológicos, sociais e éticos, oferecendo uma base mais sólida para justificar a confiança na atividade científica.

A metodologia adotada neste trabalho é interpretativa, fundamentada na perspectiva pragmática do segundo Wittgenstein (1984, 1992). Essa abordagem permite interpretar práticas, conceitos e argumentos científicos considerando o contexto em que são utilizados, enfatizando o papel do uso e da função dos conceitos na construção de significado. Os conceitos centrais da análise serão introduzidos de forma oportuna ao longo do texto, à medida que se fizer necessário para a compreensão dos argumentos, garantindo que cada noção seja contextualizada em seu uso específico dentro da prática científica e na reflexão epistemológica.

Desta forma, na primeira seção, abordaremos o principal argumento em favor do sucesso da ciência: o Argumento do Milagre (Putnam, 1978). Para analisar os argumentos favoráveis e contrários, conduziremos o problema para uma situação mais cotidiana, proposta por Polanyi (1998): “Por que consideramos racional afirmar que um conjunto de pedras com a inscrição ‘Bem-Vindo’ foi feito pela ação humana, quando a probabilidade de uma configuração aleatória é a mesma?” A reflexão sobre esse problema será complementada pela Teoria da Complexidade de Kolmogorov (Li & Vitányi, 1990, 1994), que permite avaliar a improbabilidade de sequências significativas surgirem por acaso e fundamenta o que chamaremos de Argumento Holístico do Milagre.

Na segunda seção, examinaremos o Argumento Holístico do Milagre para criticar as perspectivas positivistas e construtivistas. Mostraremos que a Primeira Tese da Subdeterminação não compromete a validade do argumento nem a confiança que dele se deriva na ciência. Além disso, destacaremos que posições extremas dos positivistas exigem compromissos metafísicos que ultrapassam o que seria razoável segundo o Princípio da Parcimônia de Okham. Evidenciaremos que os valores desempenham um papel central ao fortalecer a confiança na ciência e possibilitar a imparcialidade, mesmo quando a neutralidade e a autonomia completas não são factíveis (Lacey, 2008, 2010).

Na terceira seção apresentamos uma proposta de operacionalização do Argumento Holístico do Milagre, tomando como estudo de caso a comparação entre a Teoria da Relatividade Especial e a Mecânica Clássica. A análise evidencia que é possível estabelecer critérios comparativos entre teorias sem recorrer às conhecidas dificuldades associadas ao conceito de verossimilhança (Tichý, 1974; Harris, 1974; Miller, 1974; Nunes e Queirós, 2025).

Na quarta seção, abordaremos os impactos sociais da ciência, investigando como ela efetivamente contribui para a confiança pública e analisando seus usos ideológicos. Com base nessa discussão, a quinta seção apresentará os fundamentos éticos de uma ciência comprometida com o veritativismo axiológico, estruturando nosso modelo ético sobre os princípios da ética normo-utilitarista e dos valores sócio-cognitivos.

O Argumento Holístico do Milagre

Esta seção apresenta uma reformulação do *Argumento do Milagre de Putnam* (1978), integrando os princípios de *Formas de Vida*³ e *Semelhança de Família*⁴ de Wittgenstein. O objetivo é analisar a problemática proposta por Polanyi (1998) – por que atribuímos causalidade intencional à palavra ‘Bem-Vindo’, formada por pedras, e não a uma disposição aleatória? Para tanto, recorreremos à *Teoria da Complexidade de Kolmogorov* (Li & Vitányi, 1990, 1994), que generaliza o conceito de probabilidade para espaços de sequências finitas ou infinitas, aos princípios de Wittgenstein e às considerações acerca de gramática. Para fins de simplificação, utilizaremos uma formulação similar desse problema, apresentada por Alves (1994, p. 15), a saber:

Você vai viajando de trem e no jardim da estação vê pedras cuidadosamente arrumadas de modo a formar a palavra “Bem-vindo”. Você poderá se propor o seguinte problema: “Que probabilidade existe de que as pedras tenham tomado esta forma por puro acaso?” Se, ao contrário, as mesmas pedras estivessem jogadas desordenadamente no terreno, você se proporia o mesmo problema? Por que não? As probabilidades, nos dois casos, não são iguais?

Essas sequências pertencem à Gramática⁵ de uma determinada Forma de Vida (Wittgenstein, 1984). Entre todas as combinações possíveis de elementos do alfabeto, apenas uma fração extremamente pequena é significativa dentro dessa gramática.

A Teoria da Complexidade de Kolmogorov (Li & Vitányi, 1990, 1994) fornece um fundamento formal para distinguir sequências significativas de sequências aleatórias. Sequências significativas são altamente compressíveis, podendo ser descritas por programas curtos ou padrões simples, enquanto a grande maioria das sequências geradas aleatoriamente é incompressível, exigindo descrições quase tão longas quanto a própria sequência, o que caracteriza formalmente sua abundância e ausência de padrões coerentes. Aplicando esse raciocínio ao exemplo das pedras formando a palavra ‘Bem-Vindo’, a sequência ordenada se distingue por sua coerência e compressibilidade, enquanto qualquer disposição aleatória de pedras pertence ao conjunto incompressível de sequências.

Em termos probabilísticos formais, segundo a Teoria da Complexidade de Kolmogorov, quanto maior a compressibilidade de uma sequência, menor a probabilidade de ela surgir aleatoriamente no espaço de todas as combinações possíveis. Por isso, sequências altamente estruturadas representam casos formalmente raros dentro do universo de sequências possíveis, enquanto a maioria das sequências aleatórias corresponde ao conjunto incompressível, cuja ocorrência é formalmente muito mais provável.

³ Refere-se a uma formação cultural que abrange a totalidade das atividades comunitárias, delineando assim os diversos modos de interação e expressão que fazem parte da convivência social e das inter-relações humanas (cf. Glock, 1998; Condé, 1998, 2002, 2020).

⁴ Conceito introduzido por Wittgenstein (1984) como uma alternativa às concepções essencialistas que buscam um fundamento comum para uma classe de palavras e objetos. Este termo descreve sobreposições e padrões que conectam diferentes usos linguísticos, destacando a ausência de uma característica distintiva única (cf. Glock, 1998; Condé, 1998, 2002, 2020).

⁵ Refere-se às normas de uso dos conceitos dentro de uma linguagem, ou seja, ao conjunto de regras que determinam como os termos podem ser empregados em práticas significativas. A gramática define os limites do que pode ser dito de forma coerente e orienta o entendimento das proposições dentro de uma Forma de Vida, ou seja, dentro do contexto social e prático em que a linguagem se insere (cf. Glock, 1998; Condé, 1998, 2002, 2020).

O Argumento Holístico do Milagre pode ser enunciado formalmente da seguinte maneira:

1. Considere o espaço total de todas as sequências possíveis formadas a partir de uma Gramática.
2. Um subconjunto extremamente restrito contém todas as sequências altamente compressíveis e semanticamente significativas, enquanto a vasta maioria das sequências é incompressível e sem padrões reconhecíveis.
3. A probabilidade de uma sequência altamente compressível surgir de forma aleatória é formalmente mínima, conforme estabelece a Teoria da Complexidade de Kolmogorov (Li & Vitányi, 1990, 1994).
4. Segundo o Argumento do Milagre de Putnam (1978), o sucesso das teorias científicas não poderia ser explicado como mero acaso. De forma análoga, a ocorrência de sequências altamente compressíveis nas teorias científicas corresponde a regularidades naturais que podem ser descritas de forma compressível, sendo altamente improvável que surjam por acaso no espaço de todas as combinações possíveis.
5. Essas sequências permitem que padrões significativos sejam formalmente identificados, refletindo coerência e compressibilidade subjacentes aos fenômenos que elas descrevem.
6. Dessa forma, é possível distinguir sequências significativas de sequências aleatórias com base em critérios formais de compressibilidade e estrutura, sem depender de intuição ou de suposições sobre finalidade ou intenção.

Na seção seguinte, aplicaremos essa estrutura para examinar os fundamentos que conferem confiabilidade epistêmica às ciências, articulando rigor conceitual, interpretação semântica e contexto social, de modo a sustentar a confiança na ciência com base em critérios formalmente fundamentados

Os Porquês da Confiança na Ciência

Nesta seção, exploraremos e avaliaremos os fundamentos que sustentam a confiança na ciência, mesmo diante da Primeira Tese da Subdeterminação, e examinaremos o papel dos valores na seleção de nossas teorias. Para isso, abordaremos brevemente a controvérsia em torno do Realismo, seguindo a perspectiva do segundo Wittgenstein (1984) e articulando a discussão desde suas implicações metafísicas até seus usos cotidianos, à luz do Argumento Holístico do Milagre.

Embora nossas hipóteses ou teorias busquem formulações universais, estamos restritos a um domínio limitado de fatos, que denominamos Domínio D. Nossa análise, em consonância com o pragmatismo wittgensteiniano, concentra-se na avaliação local das teorias, ou seja, na consistência e adequação das teorias dentro deste domínio específico. A partir dessa perspectiva, introduzimos a querela realista, tema central na epistemologia moderna e contemporânea.

Putnam (1978), em seu ensaio seminal, apresentou o Argumento do Milagre, que sustenta o realismo. Segundo esse argumento, o sucesso contínuo das teorias científicas, sua capacidade de prever fenômenos, guiar intervenções e produzir tecnologia funcional, sugere fortemente que essas teorias capturam aspectos reais da natureza. O sucesso não pode ser explicado como mero acaso, evidenciando uma correspondência entre as teorias e regularidades naturais que podem ser formalmente descritas.

Em contrapartida, os antirrealistas recorrem à Primeira Tese da Subdeterminação, formulada por filósofos como Quine (1975, 1992) e Duhem (2014). Esta tese sustenta que, dado um número finito de observações empíricas, existe um número infinito de teorias compatíveis com essas observações (cf. Fourez, 1995, p. 65; Rosenberg, 2009, p. 179; Krause, Arenhart, 2013; p. 166;). Isso permite a formulação de múltiplas teorias concorrentes, levantando questões sobre a seleção de teorias e sobre a relação destas com a realidade que supostamente representam.

O Argumento Holístico do Milagre, apresentado na seção anterior, oferece uma base formal para analisar esse problema. Para fins argumentativos, assumimos a premissa realista de que existe uma realidade metafísica independente, composta por *númenos*, entidades em si mesmas, inacessíveis diretamente aos nossos sentidos. Denominamos Classe N o conjunto de todas as estruturas que compõem essa realidade *numênica*. Para relacionar teorias a essa realidade, introduzimos o conceito de equivalência funcional, inspirado em Duhem (2014) e em reflexões de Descartes (1997, p. 275):

Ora, apesar de ter talvez imaginado causas que poderiam produzir efeitos semelhantes aos que vemos, nem por isso se deve concluir que aqueles que vemos sejam produzidos por elas. De facto, tal como um relojoeiro habilidoso pode fazer dois relógios que marquem as horas da mesma maneira — sendo completamente iguais no exterior, embora no interior a combinação das suas rodas seja totalmente diferente —, também é verdade que Deus usa uma infinidade de meios para fazer com que todas as coisas deste mundo pareçam tais como aparecem agora (não sendo possível ao espírito humano conhecer qual foi o meio empregado para as fazer). E já seria muito se as causas explicadas permitissem que todos os efeitos que podem ser produzidos fossem semelhantes aos que vemos neste mundo (sem cuidar de saber se são produzidos por essas causas ou por outras). Acredito que é tão útil para a vida conhecer causas assim imaginadas como se conhecêssemos as verdadeiras. A finalidade da Medicina, da Mecânica e em geral de todas as partes do conhecimento da Física é aplicar de tal modo alguns corpos sensíveis uns aos outros a fim de produzir alguns efeitos sensíveis que sejam consequência das causas naturais. (Isto é perfeitamente realizável se considerarmos como verdadeira a sequência de algumas causas assim imaginadas, apesar de serem falsas, uma vez que esta sequência será supostamente semelhante aos efeitos sensíveis).

Em outras palavras, à semelhança do relojoeiro exemplificado por Descartes, é possível engendrar uma infinidade de estruturas a partir da *Classe N*. Cada uma dessas estruturas demonstra uma equivalência funcional em relação a um elemento específico dessa *classe*. Tal abordagem proporciona uma via alternativa da *Primeira Tese da Subdeterminação*.

Iremos agora introduzir um conjunto distinto, denominado Classe G. Essa classe reúne todos os elementos da Classe N, juntamente com suas múltiplas réplicas, ou seja, estruturas funcionalmente equivalentes que preservam regularidades observáveis. A partir das regras gramaticais definidas pelo contexto epistemológico das ciências, os elementos de G podem ser combinados para formar sequências ordenadas, que chamamos de *edificações*. No âmbito científico, essas edificações correspondem às teorias, reconhecidas por captarem padrões e regularidades naturais de forma sistemática e coerente.

Para fundamentar formalmente essa distinção, recorreremos à Teoria da Complexidade de Kolmogorov (Li & Vitányi, 1990, 1994). Sequências ou estruturas

altamente compressíveis, como as pertencentes a G, podem ser descritas de maneira simples por regras ou algoritmos curtos, refletindo regularidades naturais e consistência funcional. Em contraste, estruturas aleatórias ou sem padrões coerentes constituem o complemento de G, denominado Classe S, e são formalmente incompressíveis segundo Kolmogorov. Além disso, cada elemento de G pode gerar variações que não preservam integralmente os padrões originais; essas variações pertencem à Classe S.

É manifestamente claro que esse problema é análogo à questão discutida anteriormente, seguindo a linha de Polanyi (1998). A partir do Argumento Holístico do Milagre e da Teoria da Complexidade de Kolmogorov, podemos inferir que seria extremamente improvável derivar acidentalmente uma Teoria T, gerada a partir da Classe G, que seja congruente com os fenômenos em um Domínio Específico D, mesmo diante de infinitas teorias igualmente funcionais previstas pela Primeira Tese da Subdeterminação.

Segundo Kolmogorov, sequências altamente compressíveis, correspondentes às teorias, são formalmente raras em comparação com sequências aleatórias ou incoerentes. Portanto, a probabilidade de que uma teoria correta e compressível surja por mero acaso é extremamente baixa, enquanto a ocorrência de uma teoria incongruente é formalmente muito mais provável.

Dessa forma, a subdeterminação não enfraquece o Argumento do Milagre em sua versão holística. Pelo contrário, ela reforça a plausibilidade do Realismo Holístico ou Realismo Científico Moderado, cuja premissa central sustenta que todas as Teorias Científicas que se aproximam da verdade dentro de um Domínio D apresentam uma semelhança de família local em relação às Teorias Verdadeiras, alinhando-se ao conceito de “quase-verdade” proposto por N. C. da Costa (2018, p. 173).

Em síntese, o cientista procura leis e teorias que são aproximadamente verdadeiras e salvem as aparências, ou seja, quase-verdadeiras em certos domínios. Sob circunstâncias especiais, a quase-verdade envolvida na atividade do cientista pode coincidir com a verdade (correspondencial); por exemplo, quando afirmamos que o ponteiro de dado instrumento de medição, em uma verificação ou medida, situou-se entre as marcas 2 e 3 do mostrador.

Ao elevarmos a Classe G ao status de domínio estruturado de conhecimento científico, todos os seus elementos podem ser considerados como formas ou estruturas organizadas. Agrupando formas funcionalmente equivalentes em conjuntos distintos, observamos que tais conjuntos refletem regularidades consistentes, que podem ser descritas como sequências altamente compressíveis segundo a Teoria da Complexidade de Kolmogorov (Li & Vitányi, 1990, 1994). Esses conjuntos podem, assim, ser associados a um modelo representativo, denominado *Arquétipo*, em que cada elemento de um conjunto compartilha uma semelhança estrutural com o Arquétipo equivalente.

A partir dessas considerações, podemos propor uma primeira operacionalização do Argumento Holístico do Milagre. Para tal, recorreremos à Teoria da Relatividade Especial, tomando como referência as análises de Martins (2015) e de Nunes e Queirós (2023).

O Argumento Holístico do Milagre e sua Operacionalização

O Argumento Holístico do Milagre (AHM), fundamentado na Teoria da Complexidade de Kolmogorov (TCK), sustenta que teorias científicas altamente compressíveis, isto é, capazes de descrever vastos conjuntos de fenômenos a partir de um número reduzido de postulados, dificilmente surgem por mero acaso. A operacionalização desse argumento em contextos empíricos requer a tradução do conceito abstrato de compressibilidade em critérios analíticos aplicáveis.

Neste estudo, propomos tal operacionalização por meio de um estudo de caso comparativo entre a Mecânica Newtoniana (MN) e a Teoria da Relatividade Especial (TRE), no domínio específico da cinemática de partículas em altas velocidades. O protocolo analítico fundamentado no AHM pode ser descrito em quatro etapas.

A primeira consiste na definição do domínio (D), entendido aqui como o comportamento cinemático de partículas que se deslocam com velocidades próximas à da luz no vácuo. Esse domínio abrange fenômenos como a dilatação temporal, a contração espacial, a variação da massa com a velocidade, a constância da velocidade da luz para observadores inerciais e a relação entre energia e massa ($E = mc^2$).

A segunda etapa envolve a identificação das teorias candidatas aplicáveis a D. A Mecânica Newtoniana é considerada, ainda que com a necessidade de ajustes externos para lidar com resultados experimentais que não se enquadram em sua estrutura. Em contrapartida, a Teoria da Relatividade Especial é tomada em sua formulação original, fundada em dois postulados simples.

A terceira etapa refere-se à avaliação da compressibilidade (K), medida a partir do número de postulados fundamentais (P) e do poder explicativo ou unificador (F). O primeiro corresponde a pressupostos independentes e não derivados de outros princípios, enquanto o segundo indica a quantidade de fenômenos distintos dentro de D que a teoria consegue explicar sem recorrer a hipóteses adicionais. Com base nisso, calcula-se uma razão de compressão (C), definida pela fórmula geral $C = F / P$, de modo que valores mais altos correspondem a maior compressibilidade.

Na etapa final, aplica-se o AHM, considerando-se que a teoria com maior valor de C é altamente improvável de ser fruto do acaso. Assim, tal teoria se mostra mais plausível enquanto representação de regularidades profundas da realidade, podendo ser qualificada como quase-verdadeira no domínio em questão.

A análise comparativa evidencia um contraste marcante entre Newton e Einstein. A Mecânica Newtoniana possui quatro postulados fundamentais: o princípio da relatividade de Galileu, a concepção de tempo absoluto, a concepção de espaço absoluto e a aditividade das velocidades expressa nas transformações de Galileu. Esses pressupostos descrevem adequadamente movimentos em baixas velocidades, mas falham em prever ou explicar a dilatação temporal, a contração do comprimento, a constância da velocidade da luz e a equivalência entre massa e energia. Para lidar com tais fenômenos, seriam necessários ajustes fragmentados, que fragilizam a coerência da teoria. Nesse cenário, o cálculo da compressibilidade mostra que, com $P = 4$ postulados e $F \approx 0$ fenômenos explicados em D, a razão de compressão é $C = F / P \approx 0 / 4 \approx 0$. Isso significa que os postulados da mecânica clássica não se traduzem em explicações eficazes para esse domínio, tornando a teoria incompressível e com baixa capacidade de generalização.

A Relatividade Especial, ao contrário, funda-se em apenas dois postulados. O primeiro é o princípio da relatividade, segundo o qual as leis da física são invariantes em todos os referenciais inerciais. O segundo é a constância da

velocidade da luz, que afirma que a velocidade da luz no vácuo não depende do estado de movimento da fonte emissora. A partir desses dois postulados deduzem-se as transformações de Lorentz, a dilatação temporal, a contração espacial, a dependência da massa com a velocidade, a relação $E = mc^2$ e a própria constância da luz. Nesse caso, o cálculo da compressibilidade mostra que, com $P_{re} = 2$ postulados e $F_{re} \geq 5$ fenômenos explicados, a razão de compressão é $C_{re} = F_{re} / P_{re} \geq 5 / 2 = 2,5$. Isso indica que a partir de uma estrutura mínima e elegante, a teoria gera um conjunto amplo e coerente de previsões confirmadas empiricamente, o que caracteriza sua alta compressibilidade.

A comparação revela que a Mecânica Newtoniana é incompressível em D, pois depende de ajustes externos e fragmentados e não apresenta capacidade preditiva adequada. A Relatividade Especial, por contraste, é altamente compressível, já que a partir de postulados simples oferece um quadro compacto e empiricamente robusto.

De acordo com o AHM, a diferença entre $C_{re} \approx 0$ e $C_{re} \geq 2,5$ mostra que a probabilidade de a Relatividade Especial ter emergido como fruto do acaso é mínima. Isso confere à TRE uma sustentação realista: seus postulados não são meras convenções instrumentais, mas refletem aspectos estruturais do espaço-tempo. Nesse domínio, ela pode ser considerada quase-verdadeira no sentido formulado por da Costa. Este estudo de caso demonstra, portanto, como o AHM pode ser transformado de uma ferramenta filosófica abstrata em um protocolo analítico efetivo para a avaliação da solidez e da plausibilidade de teorias científicas, tanto em contextos históricos quanto contemporâneos.

Esse resultado permite contornar os problemas associados ao conceito de verossimilhança, o qual, no caso da Mecânica Newtoniana e da Teoria da Relatividade Especial, conduz a valores idênticos (Tichý, 1974; Harris, 1974; Miller, 1974). Além disso, ele converge com a análise de Nunes e Queirós (2025), que propõem a noção de densidade veritativa. Nesse sentido, a compressibilidade pode ser compreendida como uma forma de expressar essa densidade.

Ressalta-se ainda que essa perspectiva permite duas leituras epistemológicas distintas. No âmbito do Realismo Crítico, o Arquétipo é concebido como uma essência metafísica, e a investigação científica tem por objetivo depurá-lo, aproximando progressivamente os elementos observáveis do Arquétipo Verdadeiro. Já no horizonte antirrealista, o Arquétipo é entendido como uma idealização ou construção intelectual, e a pesquisa científica busca refiná-lo, de modo a aproximá-lo cada vez mais daquele que melhor se ajusta empiricamente aos fenômenos observáveis.

Por fim, é importante esclarecer que os argumentos apresentados não provam de maneira definitiva, mas oferecem fundamentação, dentro de uma abordagem holística, à posição dos Realistas Científicos Moderados, desde que se aceite sua Tese Metafísica. Essa tese postula a existência de estruturas, ou “númenos”, que permitem construir diferentes representações por meio de uma ou mais gramáticas, correspondendo assim às Teorias Quase-Verdadeiras.

O mesmo arcabouço também sustenta as objeções antirrealistas dirigidas ao Realismo Científico Forte, que assume a existência de uma única Teoria Verdadeira. Dado o vasto número de Teorias Quase-Verdadeiras ou funcionalmente equivalentes, é extremamente improvável que a teoria que formulamos coincida exatamente com a Teoria Verdadeira. Como não podemos empiricamente verificar nossas teorias em termos absolutos, o princípio da melhor inferência sugere que elas permanecem, de certa forma, provisórias, corroborando o argumento

antirrealista sobre a fragilidade da afirmação de uma Teoria Verdadeira única (Popper, 1968; Cartwright, 1983).

Para refutar essas objeções, os defensores do Realismo Científico Forte precisariam demonstrar que os elementos da Classe G são isomorfos aos elementos da Classe N por meio de transformações contínuas. Em outras palavras, seria necessário mostrar que existe não apenas uma Semelhança de Família, mas que é possível derivar todos os elementos da Classe G a partir dos elementos da Classe N preservando a estrutura topológica ou forma essencial. Contudo, essa exigência é excessivamente robusta e contingente, e não compete a esta análise, pois o ônus da prova recai sobre os proponentes do Realismo Forte.

Independentemente de nos alinharmos com o Realismo ou com o Antirrealismo, é crucial reconhecer que uma teoria capaz de explicar os fenômenos dentro de um determinado Domínio D não pode ser interpretada como mero acaso. A Primeira Tese da Subdeterminação não legitima um relativismo epistêmico em que todas as opiniões seriam equiprováveis diante de teorias cientificamente fundamentadas, pois a probabilidade de uma formulação aleatória alcançar sucesso explicativo é formalmente mínima, conforme sustentado pela Teoria da Complexidade de Kolmogorov.

À medida que o Argumento Holístico do Milagre se consolida como base conceitual para justificar a manifestação de quase-verdade em teorias eficientemente instrumentais dentro de Domínio D, em consonância com a definição de Da Costa (2018), torna-se evidente que qualquer abordagem que se alinhe a esse argumento, seja realista ou antirrealista, apresenta profundas implicações ontoepistemológicas. Tais implicações encontram respaldo nos corolários delineados por Da Costa (2018, p. 173) sobre a teoria da quase-verdade

1) Não há verificação cabal da verdade de teorias, pois estas são apenas quase-verdadeiras (ou aproximadamente verdadeiras). Todavia, a verificação parcial ou confirmação da quase-verdade é relevante, para ser lícito mantermos que nossas leis e teorias são pragmaticamente verdadeiras.

2) Não existe propriamente falsificação de teorias; e essa negativa deriva-se não porque a falsificação de uma teoria T só se faz através da ajuda de outras teorias, $T_1, T_2, \dots, T_n$, de modo que o resultado previsto não ter sido obtido tanto pode representar, falha de T, como das auxiliares $T_1, T_2, \dots, T_n$, ou por outros argumentos usualmente discutidos. Não existe falsificação, isto sim, pelo simples motivo de que uma boa teoria não se falsifica propriamente, mas apenas se restringe, quando necessário, o seu domínio de aplicação. A lei de Boyle-Mariotte, a lei da gravitação de Newton, a mecânica clássica e a teoria de Maxwell comprovam nossa tese.

As concepções de Carnap (Carnap, 1951) sobre a corroboração da verdade de teorias e aquelas de Popper sobre a falsificação (Popper, 1972), portanto, mostram-se igualmente falhas, embora contenham algo de correto, desde que se referindo à quase-verdade e com adaptações convenientes.

Portanto, apoiamos as críticas de Chalmers (1994) de que a ideia de que a confiança na ciência depende exclusivamente de um único método científico universal é problemática. Supor que uma única abordagem possa abarcar toda a complexidade e diversidade da prática científica revela-se inadequado, dada a natureza multifacetada da pesquisa e da construção do conhecimento.

No entanto, contrariamente às alegações dos defensores do positivismo, isso não implica a adoção de uma perspectiva radicalmente relativista, equiparando a ciência a meras opiniões. O Argumento Holístico do Milagre, além de atenuar as possíveis implicações da Primeira Tese da Subdeterminação, também enfraquece

as pretensões relativistas. Para demonstrar isso, analisaremos duas perspectivas inadequadas sobre o papel dos valores na ciência.

Em apoio a Lacey (2008, 2010), defendemos que a exigência de cumprimento de valores cognitivos como adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo e certeza contribui para lidar com a Primeira Tese da Subdeterminação. Conforme observa Chalmers (1994, p. 115), os cientistas frequentemente enfrentam situações nas quais é necessário identificar teorias compatíveis com evidências complexas ou problemáticas. Paralelamente, a preservação das quase-verdades das teorias anteriores (Laudan, 2011; Da Costa, 2018) permite reinterpretá-las à luz de novos dados, restringindo significativamente o conjunto de teorias subdeterminadas e tornando a imparcialidade epistemicamente factível (Lacey, 2008).

A primeira distorção considera que a presença de valores inviabilizaria uma avaliação imparcial das teorias. Essa perspectiva ignora que os valores cognitivos, quando aplicados rigorosamente, limitam a seleção de teorias compatíveis com os dados e mantêm a consistência metodológica. A segunda distorção, comumente defendida pelos positivistas (Japiassu, 1975), classifica a invocação de virtudes não empíricas, como simplicidade e consistência, como ilegítima. Essa posição ignora que, segundo a Teoria da Complexidade de Kolmogorov (Li & Vitányi, 1990, 1994), teorias altamente compressíveis, coerentes, sistemáticas e capazes de capturar regularidades naturais são formalmente raras dentro do espaço de todas as combinações possíveis, enquanto teorias incompressíveis, caóticas ou incoerentes são muito mais abundantes. O apelo criterioso a virtudes não empíricas funciona como um guia heurístico para identificar teorias funcionais e consistentes, reduzindo a influência de escolhas arbitrárias sem comprometer a aproximação da verdade.

Além do valor cognitivo, a investigação científica ocorre dentro de um contexto social e institucional, em que decisões dos pesquisadores estão condicionadas tanto por fatores cognitivos quanto por pressões político-sociais (Merton, 1973; Dixon, 1976; Chalmers, 1994; Fourez, 1995; Bourdieu, 2004; Lacey, 2008, 2010). Nesse sentido, as virtudes não empíricas desempenham papel heurístico relevante, guiando escolhas estratégicas que otimizam recursos, tempo e investimento cultural na pesquisa científica. Por exemplo, escolher teorias mais complexas entre opções funcionalmente equivalentes pode implicar custos materiais e simbólicos adicionais, sem ganho epistemológico.

Em síntese, a integração de valores cognitivos com a análise da compressibilidade das teorias, conforme Kolmogorov, permite sustentar que a neutralidade absoluta não é necessária para garantir imparcialidade epistemológica. A aplicação do Argumento Holístico do Milagre reforça que teorias capazes de capturar regularidades observáveis em um Domínio D não podem ser fruto do acaso, mesmo na presença de infinitas teorias funcionalmente equivalentes. Assim, a exigência de que as teorias científicas manifestem valores cognitivos e consistência estrutural aumenta nossa confiança na ciência, mantendo imparcialidade sem comprometer o rigor epistemológico, mesmo diante das limitações práticas de neutralidade axiológica e autonomia (Lacey, 2008, 2010).

Dessa forma, sustentamos que, tanto na produção quanto no ensino e na disseminação das ciências, é fundamental integrar de maneira explícita a dimensão axiológica. Isso envolve não apenas a definição clara dos valores cognitivos que orientam cada disciplina científica, mas também a reflexão sobre questões que ultrapassam o domínio puramente cognitivo, como: “Qual é o papel social da

ciência? De que forma ela se relaciona com a Forma de Vida?” A próxima seção se propõe a aprofundar essas questões, oferecendo uma análise detalhada das implicações axiológicas na prática e na legitimação do conhecimento científico.

Do Método à Práxis

Conforme uma perspectiva amplamente difundida entre adeptos do cientificismo e do positivismo, a eficácia das ciências seria atribuída a um suposto Método Científico Universal⁶. Essa abordagem subestima a importância do valor científico, ao supor que a precisão de uma observação, por si só, confere-lhe valor epistemológico (Polanyi, 1998)⁷, além de dissociar a prática científica de sua responsabilidade social⁸.

Em contraposição, defendemos que a compreensão da ciência se enriquece ao ser avaliada a partir de pressupostos éticos, notadamente os normo-utilitaristas (Frankena, 1975). Tal abordagem assegura a seleção das teorias e modelos mais robustos em função da exigência de altos níveis de manifestação de valores cognitivos, como Adequação Empírica, Consistência, Simplicidade, Fecundidade, Poder Explicativo e Certeza (Lacey, 2008, 2010). Além disso, ela desempenha um papel crucial no contexto social, favorecendo o diálogo entre as Formas de Vida Científicas e as Formas de Vida Tradicionais (cf. Japiassu, 1975; Fourez, 1995; Bourdieu, 2004; Habermas, 2014; Marcuse, 2015; Freire, 2021; Chang, 2012; Lacey, 2008, 2010).

Embora nossa análise dialogue com críticas mais radicais, como as de Feyerabend (2011), não advogamos por ruptura com a ortodoxia nem por um anarquismo epistemológico. Interpretamos as incongruências metodológicas observadas na prática científica como decorrentes de uma mitificação do método, no sentido barthesiano (Barthes, 1989), que impõe que toda investigação deva seguir uma forma rígida. Essa distorção repercute no Ensino Tradicional, identificado por Freire (2014, 2021) como a concepção bancária da educação, e problematizada por McComas (1996, p. 13):

Infelizmente, muitas orientações e métodos comuns de ensino de ciências atuam contra o elemento criativo na ciência. A maioria dos exercícios de laboratório, por exemplo, são atividades de verificação. O professor discute o que acontecerá no laboratório, o manual fornece instruções passo a passo, e espera-se que o aluno chegue a uma resposta específica. Não apenas essa

⁶ Para uma visão abrangente das críticas à concepção de Método Científico Universal, consulte Japiassu (1975), Konder (1984), Martins (1986, 2006), Moreira & Ostermann (1993), Chalmers (1993, 1994), Chrétien (1994), Fourez (1995), McCommas (1996), Haack (2012) e Moreira & Massoni (2016).

⁷ Isso é exemplificado pelo físico alemão Friedrich Kohlrausch (1840-1910), que afirmava ficar satisfeito em determinar com precisão a velocidade da água correndo pelo escoadouro (cf. POLANYI, 1998, p. 144ss).

⁸ Compreendemos que essa ênfase excessiva no Método não é fortuita; ela serve a interesses específicos e desempenha uma função ideológica (Fourez, 1995; Habermas, 2014; Marcuse, 2015). Ao restringir e desvalorizar a ciência, limitando-a ao método e perpetuando o mito da neutralidade científica, as estratégias positivistas descontextualizadas garantem a manutenção da ideologia neoliberal e a domesticação de outros saberes e técnicas (Fourez, 1995; Habermas, 2014; Marcuse, 2015; Freire, 2021). A eficácia dessa estratégia revela-se na criação de demandas sociais ilusórias, como os debates irrelevantes sobre ciência e pseudociência (Japiassu, 1975; Chrétien, 1994; Haack, 2012; Takimoto, 2021), desviando a atenção das demandas concretas (Bourdieu, 2004).

abordagem é a antítese da forma como a ciência realmente opera, mas tal representação deve parecer seca, clínica e desinteressante para muitos estudantes.

A dialética da ciência é marcada por polêmicas e pela necessidade de uma visão panorâmica (Wittgenstein, 1984, § 122). A superação dessas contradições requer a identificação de articulações intermediárias que permitam perceber conexões entre conceitos. Nesse contexto, os cientistas recorrem a idealizações, incorporando elementos que não possuem correspondência direta na realidade tangível (Krause, 2017). Assim, a ciência se revela como atividade criativa, capaz de propor novas articulações conceituais e criar linguagens para descrever fenômenos, atuando não apenas como técnica, mas também como prática inventiva.

Assim, percebemos que a ciência é muito mais criativa do que processual. Ela não apenas segue um procedimento, mas também revela uma dimensão artística, sendo uma criadora de linguagem ao propor articulações intermediárias, como as entidades idealizadas. O cientista, portanto, atua não apenas como técnico, mas também como poeta⁹, aquele que fabrica ontologias em suas fantasias¹⁰.

Entretanto, ao contrário dos poetas parnasianos que se retiravam para suas torres de marfim, os poetas científicos não devem buscar refúgio nas torres do puro cristal. Conforme destacou Wittgenstein (1984, § 107, p. 55), ao adentrarmos esse domínio, nos deparamos com uma superfície escorregadia, destituída de atrito. As condições ideais, paradoxalmente, nos impedem de avançar, pois, nesse espaço, podemos afirmar, em concordância com Quine (2011, p. 69-70), que não existem razões ou circunstâncias que tornem as ciências preferíveis aos mitos homéricos¹¹. Isso ocorre, pois

Portanto, a solução passa pelo retorno à pragmática. O valor de um saber, que o distingue de outras mitologias, emerge das resistências e desafios enfrentados na realização de projetos dentro de uma cultura específica (cf. Chalmers, 1993, 1994; Fourez, 1995). É a interação com essas dificuldades e a capacidade de alinhar-se aos valores de uma Forma de Vida que conferem relevância a determinado conhecimento.

Na forma de vida ocidental, marcada pela Valorização Moderna do Controle (Lacey, 2008, 2010), os projetos visam à obtenção da máxima certeza possível e à ampliação de ações com êxito controlado (Habermas, 2014, p. 188). Nesse contexto, como observa Quine (2011, p. 69), os objetos físicos e a ciência oferecem dispositivos mais eficazes para operar estruturas manipuláveis na experiência, em comparação com outros sistemas de crenças.

Apesar da fundamentação pragmática do valor científico, permanece a questão da ênfase no Método Científico. Essa persistência decorre do fato de que as

⁹ O termo "poeta" tem raízes etimológicas na palavra grega "*poietés*", conforme enfatizado por Flusser (2007), significando aquele que produz algo ou fabrica.

¹⁰ Essa dualidade parece ser a razão pela qual Popper (2008) se opõe à negação da metafísica pelos empiristas lógicos.

¹¹ "Os objetos físicos são inseridos conceitualmente na situação como intermediários convenientes, não pela definição em termos de experiência, mas simplesmente como postulados irredutíveis, comparáveis, epistemologicamente, aos deuses de Homero. De minha parte, como físico leigo, acredito em objetos físicos, e não nos deuses de Homero; e considero um erro científico acreditar no contrário. Mas, quanto ao fundamento epistemológico, os objetos físicos e os deuses diferem apenas em grau, não em espécie. Ambos os tipos de entidades integram nossa concepção apenas como postulados culturais" (Quine, 2011, p. 69-70)

ciências, inseridas na superestrutura social (Gramsci, 1999), são condição necessária para a realização de projetos vinculados à Valorização Moderna do Controle (Chrétien, 1994; Fourez, 1995; Habermas, 2014; Marcuse, 2015). A apropriação da ciência para fins alheios à VMC pode exercer uma determinação descendente sobre sua base (Dutra, 2021a, 2021b), provocando mudanças na Forma de Vida e criando condições para transições paradigmáticas.

No âmbito educacional, considerando que a Educação atua como aparelho de reprodução espiritual da Forma de Vida (Gil, 1974; Bourdieu, Passeron, 2014; Bourdieu, 2015), as Estratégias de Seleção e Restrição delineiam a natureza do Ensino de Ciências (Lacey, 1999, 2008, 2010). A predominância de abordagens tecnicistas, alinhadas à Valorização Moderna do Controle, reforça um ensino mecanicista. Entretanto, à medida que educadores questionam tais abordagens e adotam posturas críticas e transformadoras, observam-se mudanças nas estratégias de ensino e, conseqüentemente, na própria Forma de Vida (Freire, 2014, 2020). Dessa perspectiva, Ciência e Ensino configuram-se como uma comunidade interdependente, revelando o valor intrínseco do Ensino, muitas vezes obscurecido por práticas de Ensino Bancário promovidas por ideologias neoliberais (cf. Gil, 1974; Freire, 2014, 2020, 2021; Bourdieu, 2015).

Portanto, na dimensão social, a confiança nas ciências requer a redefinição de sua identidade, orientando-as a servir ao interesse público, em vez de permanecerem monopolizadas por grupos privilegiados. Para implementar essa transformação, é necessária uma abordagem fundamentada no veritativismo axiológico, que será detalhada na seção seguinte por meio de uma propedêutica ética normo-utilitarista.

Uma Nova Identidade Para As Ciências

O Argumento Holístico do Milagre indica que as ciências naturais, enquanto instrumentos de representação e intervenção, apresentam elevado grau de eficácia instrumental. Assim, na dimensão pragmática-semântica, a confiança nessas ciências é justificada. No entanto, quando apropriadas por grupos privilegiados, sua eficácia social se compromete, gerando desconfiança. Para superar esse dilema, propomos seguir a orientação de Lacey (2008, 2010), que defende abordagens de pesquisa socialmente contextualizadas para preservar a eficácia das ciências.

Essa análise reforça a necessidade de um imperativo ético da ciência: a promoção da participação democrática. Esse imperativo confere à dimensão educativa, englobando ensino e divulgação científica, papel central na definição das ciências como instituição, estabelecendo um vínculo dialético entre Ciência e Ensino.

Nosso modelo fundamenta-se em uma ética normo-utilitarista, preocupada com a conformidade a princípios éticos e a promoção do bem-estar geral (Frankena, 1975). Complementarmente, adotamos uma perspectiva pragmático-política inspirada em Habermas (2014; cf. Fourez, 1995), visando assegurar a participação ativa da sociedade nas decisões científicas e técnicas. Esses princípios éticos definem os objetivos gerais da *Forma de Vida Global* de nossa sociedade, servindo como metas orientadoras para todas as disciplinas.

Além disso, consideramos uma ética deontológica vinculada às *Formas de Vida Específicas* de cada instituição, voltada à consecução dos objetivos gerais e, portanto, equivalente aos objetivos específicos. Nesse contexto, em um cenário ideal, todas as instituições e disciplinas devem orientar suas práticas para:

- *Ampliar o bem-estar geral.*
- *Promoção da participação democrática*
- *Assegurar a conformidade com princípios éticos.*
- *Manifestação em alto grau de valores sócio-cognitivos*

Para evitar a repetição das reificações inadequadas observadas no método científico, adotamos o conceito de "valores sócio-cognitivos", que abrange tanto valores sociais quanto cognitivos (sobre estes, ver Lacey, 1999, 2008, 2010). A definição desses valores deve ser contextualizada para cada instituição ou disciplina. Por exemplo, as ciências do controle apresentam valores sócio-cognitivos distintos daqueles presentes em instituições religiosas, que tendem a enfatizar a promoção de valores sociais, como empatia, tolerância, compaixão, misericórdia, paciência e esperança, ao mesmo tempo em que preservam alguns valores cognitivos, especialmente para a avaliação de teses e estudos exegéticos ou hermenêuticos.

Além disso, conforme Habermas (2014) em *Conhecimento e Interesse*, ciências empírico-analíticas, histórico-hermenêuticas e da ação diferem em seus interesses, o que naturalmente implica diversidade em seus valores sócio-cognitivos. Estabelecer um critério universal e ahistórico para tais valores constitui um retorno às reificações indevidas do cientificismo, mesmo sob roupagens distintas.

Por essa razão, defendemos que cada instituição ou disciplina deve desenvolver sua própria Gramática, definindo objetivos específicos e indicadores que permitam avaliar rigorosamente o cumprimento de suas metas. A classificação de uma instituição como ciência ou não é secundária; o essencial é que ela demonstre efetivamente o alcance dos objetivos gerais.

A formulação de objetivos específicos para uma nova disciplina deve, portanto, partir dos objetivos gerais. Por exemplo, nas ciências naturais ou do controle, o objetivo específico é alcançar "[a] possível certeza das informações e [a] ampliação da ação de êxito controlado" (Habermas, 2014, p. 188). Esse objetivo deve ser articulado em conformidade com os valores que fundamentam a Forma de Vida Global em que a disciplina está inserida. Para operacionalizar essa articulação, a proposição inicial pode ser transformada em perguntas que permitam avaliar sua contribuição para os objetivos gerais, como:

- *Como a busca pela possível certeza das informações e a ampliação da ação de êxito controlado contribuem para o aumento do bem-estar geral?*
- *Como podemos atingir esses objetivos de modo a garantir a conformidade com princípios éticos?*
- *Quais são os valores sócio-cognitivos que os modelos dessas disciplinas devem manifestar para serem avaliados?*

As respostas a essas três questões, juntamente com sua implementação prática, definirão a Gramática de cada disciplina e estabelecerão os parâmetros dos valores sócio-cognitivos para avaliar sua viabilidade. No contexto das ciências naturais ou do controle, essas questões têm sido objeto de investigações sistemáticas. Estudos como os de Lacey (2008, 2010) oferecem respostas substanciais, evidenciando que estratégias descontextualizadas, sejam

materialistas ou positivistas, influenciadas por ideologias neoliberais, embora manifestem elevado grau de valores cognitivos, falham em atender aos dois primeiros critérios: não asseguram a conformidade com princípios éticos nem promovem o bem-estar geral.

Dessa forma, cada instituição social e disciplina científica deve ser avaliada quanto à sua capacidade de cumprir os três objetivos gerais do modelo ético normo-utilitarista proposto. Este constitui nosso critério de legitimidade ontoepistemológica: uma disciplina garante sua prerrogativa de existir e produzir conhecimento na medida em que alcança tais objetivos. Eventuais desvios, caracterizados como degenerações, comprometem a legitimidade da disciplina, embora seja possível recuperar suas credenciais por meio de reestruturações adequadas, semelhantes aos programas de pesquisa da epistemologia de Lakatos (1979), ou por alterações na Forma de Vida Global, refletindo a noção de relatividade ontoepistemológica.

Conforme Condé (2004), a interação dialética entre ciências, instituições sociais (formas de vida locais) e valores de uma Forma de Vida Global permite mitigar aporias associadas ao demarcacionalismo (cf. Haack, 2012) e ao relativismo radical. Disciplinas consolidadas possuem não apenas o direito, mas também a responsabilidade, de contestar incursões indevidas em sua jurisdição e de denunciar o uso inadequado de seus conteúdos, bem como fraudes cometidas em seus nomes por charlatões. Isso decorre do fato de que:

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, § 105).

Dessa forma, a física quântica tem o direito de contestar a exploração indevida de seu prestígio por indivíduos que comercializam amuletos ou colchões “quânticos” alegando propriedades milagrosas. No entanto, a física quântica não deve emitir juízos sobre a psicanálise, salvo se esta última reivindicar autoridade científica ou invadir a jurisdição própria da física.

Dessa forma, o que torna algo científico, como, por exemplo, o que separa medicina do curandeirismo, isto é, o que estabelece a distinção — ainda que provisória — entre científico e não-científico, são os jogos de linguagem das ciências e suas respectivas gramáticas em uma dada forma de vida, isto é, o conjunto de suas regras, práticas, procedimentos, discursos, fatos analisados, enfim, os jogos de linguagem envolvidos. Essa gramática da ciência configura-se através da reunião de um número “suficiente” de semelhanças de família entre os jogos de linguagem. Na medida em que essa gramática é um sistema aberto de interações e justaposições de jogos de linguagem, é possível até mesmo dizer que existem semelhanças de família entre a ciência, o curandeirismo, a religião, o mito, que podem em proporções diversas influenciar a ciência, mas a justificação da racionalidade científica encontra-se na sua própria gramática e nos seus jogos de linguagem (enquanto uma instituição, a ciência tem jogos de linguagem específicos e uma gramática específica, embora seja permeada pela gramática e pelos jogos de linguagem da forma de vida em que está inserida) (Condé, 2004, p. 185-186).

Nessa configuração, os embates entre ciências, religião e metafísica perdem parte de sua razão de ser. As ciências têm legitimidade para contestar pretensões

científicas inadequadas provenientes da religião ou da metafísica, assim como estas podem rejeitar conclusões científicas que invadam seu âmbito. A continuidade dessas instituições depende da dinâmica e evolução da Forma de Vida Global, sendo que conflitos promovidos por cientificistas, positivistas e fundamentalistas se manifestam como disfunções sistêmicas dessa forma de vida.

Em primeiro lugar, é fundamental esclarecer que nosso modelo não constitui um princípio *unidimensionalizador* (cf. Marcuse, 2015). Trata-se de diretrizes que orientam um projeto em constante evolução, cuja implementação define suas possibilidades concretas e permite ajustes contínuos. A generalidade do modelo não limita sua aplicação, mas reflete sua adaptabilidade. A essência dessa abordagem é ilustrada pela metáfora de Quine, atribuída a O. Neurath (1983, p. 92): somos como marinheiros reconstruindo seu barco em alto mar, sem a oportunidade de desmontá-lo em um estaleiro para refazê-lo com componentes ideais. Assim, ajustes e melhorias devem ocorrer enquanto o sistema está em operação, adaptando-se a necessidades e superando desafios sem reinício completo.

O segundo ponto trata da preocupação de que, ao deixar de considerar a ciência como um valor em si, pesquisas de vanguarda, especialmente aquelas com pouca relevância imediata ou impacto social, como estudos teóricos sobre buracos negros giratórios carregados, possam ser negligenciadas. Se adotarmos uma visão positivista e descontextualizada, tais pesquisas parecem desalinhadas com o objetivo de promoção do bem-estar geral. No entanto, sob uma perspectiva holística, essas investigações contribuem para a ciência como um todo, gerando modelos, métodos e inovações tecnológicas que, embora distantes das necessidades imediatas, atendem aos três objetivos gerais do modelo ético. A alocação de recursos materiais e humanos segue, assim, padrões históricos da política científica em nossa Forma de Vida (Haberer, 1974; Roqueplo, 1974; Dixon, 1976; Chrétien, 1994; Fourez, 1995; Bourdieu, 2004; Maia, 2013; Habermas, 2014).

Considerações Finais

O presente estudo buscou fornecer uma fundamentação rigorosa para a confiança nas ciências, mesmo diante das incertezas introduzidas pela Primeira Tese da Subdeterminação. A partir do Argumento Holístico do Milagre, articulado com a Teoria da Complexidade de Kolmogorov, demonstrou-se que sequências altamente compressíveis, correspondentes a teorias coerentes e sistemáticas, são formalmente raras em comparação com combinações aleatórias ou incoerentes. Esse raciocínio formal reforça a plausibilidade de que o sucesso das teorias científicas não pode ser atribuído ao acaso, legitimando a confiança na ciência como instrumento de compreensão e intervenção no mundo natural.

A aplicação do Argumento Holístico permitiu distinguir, de forma estruturada, entre teorias quase-verdadeiras ou funcionalmente equivalentes e teorias incoerentes, estabelecendo uma base formal para a avaliação de regularidades naturais e a identificação de padrões significativos dentro de um Domínio D. Consequentemente, é possível sustentar a posição dos Realistas Científicos Moderados, reconhecendo que, mesmo sem acesso absoluto à verdade, as teorias científicas refletem estruturas que preservam coerência e regularidade, aproximando-se de arquétipos ideais.

Os resultados indicam ainda que os valores cognitivos e sociais, integrados na noção de valores sócio-cognitivos, desempenham papel crucial na seleção e

avaliação das teorias, conferindo imparcialidade epistemológica e garantindo a relevância social do conhecimento científico. A integração desses valores aos critérios formais de compressibilidade reforça a robustez do modelo, ao mesmo tempo em que evidencia a complexidade do processo científico, que envolve fatores metodológicos, contextos sociais e princípios éticos.

O estudo apresenta limitações importantes. Primeiramente, a análise permanece predominantemente teórica e formal, com abstrações idealizadas, como as Classes N, G e S, que podem não capturar integralmente a complexidade prática da construção científica cotidiana. Além disso, embora a Teoria da Complexidade de Kolmogorov forneça uma medida formal de raridade e compressibilidade, sua aplicação empírica em contextos científicos reais ainda carece de operacionalização sistemática. A abordagem holística também depende de pressupostos metafísicos e epistemológicos que podem não ser universalmente aceitos, como a existência de arquétipos ou númenos.

Perspectivas futuras incluem outras investigações empíricas da compressibilidade das teorias em domínios científicos específicos, um aprofundamento de métricas práticas inspiradas na Teoria de Kolmogorov para avaliar coerência e consistência, e a análise detalhada do papel dos valores sócio-cognitivos em diferentes formas de vida científicas. Estudos comparativos entre disciplinas podem revelar como tais valores impactam a efetividade das teorias e a capacidade de gerar confiança pública, ampliando a aplicabilidade do Argumento Holístico do Milagre a contextos concretos de ensino, pesquisa e políticas científicas.

Referências

- ALVES, R. *Filosofia da ciência*. 14. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAGDONAS, A.; SILVA, C. C. Controvérsias sobre a natureza da ciência na educação científica. In: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. (Orgs.). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013. p. 213–223.
- BARTHES, R. *Mitologias*. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- BOURDIEU, P. *Escritos de educação*. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.
- BOURDIEU, P. *Os usos sociais da ciência*. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. *A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino*. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- CARTWRIGHT, N. *How the laws of physics lie*. Oxford: Oxford University Press, 1983.
- CHALMERS, A. F. *A fabricação da ciência*. São Paulo: Editora Unesp, 1994.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CHRÉTIEN, C. *A ciência em ação: mitos e limites*. Campinas: Papyrus, 1994.
- CONDÉ, M. L. L. *As teias da razão*. Belo Horizonte: Argumentvm, 2004.
- CONDÉ, M. L. L. *Wittgenstein: linguagem e mundo*. São Paulo: Annablume, 1998.
- 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.

- DESCARTES, R. *Princípios da filosofia*. Lisboa: Edições 70, 1997.
- DIXON, B. *Para que serve a ciência?* São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.
- DUHEM, P. *A teoria física: seu objeto e a sua estrutura*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2014.
- DUTRA, L. H. A. *Consciência e racionalidade: esboço de uma filosofia da ação*. Ribeirão Preto: Agrya, 2021.
- DUTRA, L. H. A. *Realidade e conhecimento social: aspectos ontológicos e epistemológicos das ciências humanas*. Florianópolis: Editora UFSC, 2021.
- DUTRA, L. H. A. Emergência e realismo perspectivista. *Scientiæ Studia*, v. 11, n. 3, p. 637–665, 2013.
- FEYERABEND, P. K. *Contra o método*. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2011.
- FLECK, L. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Curitiba: Fabrefactum, 2010.
- FOUREZ, G. *A construção das ciências*. São Paulo: Editora Unesp, 1995.
- FRANKENA, W. K. *Ética*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- FREIRE, P. *Educação e mudança*. 48. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020.
- FREIRE, P. *Extensão ou comunicação*. 23. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2021.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 57. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2014.
- FRENCH, S. *Ciência: conceitos-chave em filosofia*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GIL, F. O plano da ciência. In: DEUS, J. D. (Org.). *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974. p. 158–186.
- GRAMSCI, A. *Cadernos do cárcere*. v. 1. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.
- HAACK, S. Six signs of scientism. *Logos and Episteme*, v. 3, n. 1, p. 75–95, 2012.
- HABERER, J. Politização na ciência. In: DEUS, J. D. (Org.). *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974. p. 107–135.
- HABERMAS, J. *Técnica e ciência como “ideologia”*. São Paulo: Editora Unesp, 2014.
- HARRIS, J. H. Popper's Definitions of 'Verisimilitude'. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 25, n. 2, p. 160–165, 1974.
- HENRY, J. *A revolução científica e as origens da ciência moderna*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1998.
- JAPIASSU, H. *A revolução científica moderna*. São Paulo: Letras & Letras, 1997.
- JAPIASSU, H. *Como nasceu a ciência moderna: e as razões da filosofia*. Rio de Janeiro: Imago, 2007.
- JAPIASSU, H. *O mito da neutralidade científica*. Rio de Janeiro: Imago, 1975.
- JAPIASSU, H. O projeto masculino-machista da ciência moderna. In: SOARES, L. C. (Org.). *Da revolução científica à big (business) science: cinco ensaios de história da ciência e da tecnologia*. São Paulo: Hucitec; Niterói: EdUFF, 2001. p. 67–104.
- KONDER, L. *O marxismo na batalha de ideias*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.
- KRAUSE, D. *Tópicos em ontologia analítica*. São Paulo: Editora Unesp, 2017.
- KRAUSE, D.; ARENHART, J. R. B. Perspectivismo na filosofia da ciência: um estudo de caso na física quântica. *Scientiæ Studia*, v. 11, n. 1, p. 159–183, 2013.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

- LACEY, H. *Valores e atividade científica 1*. São Paulo: Editora 34, 2008.
- LACEY, H. *Valores e atividade científica 2*. São Paulo: Editora 34, 2010.
- LAUDAN, L. *O progresso e seus problemas*. São Paulo: Editora Unesp, 2011.
- LI, M.; VITÁNYI, P. M. B. *An introduction to Kolmogorov complexity and its applications*. New York: Springer-Verlag, 1994.
- LI, M.; VITÁNYI, P. M. B. Kolmogorov complexity and its applications. In: LEEUWEN, J. van (Ed.). *Handbook of theoretical computer science*. v. A. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 188–254.
- MAIA, C. A. *História das ciências: uma história de historiadores ausentes – condições para o aparecimento dos sciences studies*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.
- MARCUSE, H. *O homem unidimensional*. São Paulo: Edipro, 2015.
- MARTINS, R. A. A Popperian evaluation of Einstein's theory-plus-method. *Manuscrito*, v. 9, n. 2, p. 85–113, 1986.
- MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. xxi–xxxiv.
- MARTINS, R. A. *A origem histórica da relatividade especial*. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- MCCOMAS, W. F. Ten myths of science: reexamining what we think we know about the nature of science. *School Science and Mathematics*, v. 96, n. 1, p. 10–16, 1996.
- MERTON, R. K. *The sociology of science: theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.
- MILLER, D. W. Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 25, n. 2, p. 166–177, 1974.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. *Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 108–117, 1993.
- NEURATH, O. *Philosophical papers 1913–1946*. Dordrecht: Reidel, 1983.
- NUNES, R. C.; QUEIRÓS, W. P. Domínios cognitivos e domínios ideológicos na Teoria da Relatividade e suas implicações epistemológicas. *Perspectivas*, v. 8, n. 1, p. 72–104, 2023.
- NUNES, C. L. C.; QUEIRÓS, W. P. Revisando a verossimilhança: uma abordagem pragmática e wittgensteiniana para superar a incomensurabilidade. *Problemata: Revista Internacional de Filosofia*, v. 16, n. 3, p. 174–193, 2025.
- POLANYI, M. *Personal knowledge: towards a post-critical philosophy*. London: Routledge, 1998.
- POPPER, K. *The logic of scientific discovery*. New York: Harper & Row, 1968.
- PUTNAM, H. *Meaning and the moral sciences*. London: Routledge, 1978.
- QUINE, W. O. *De um ponto de vista lógico*. São Paulo: Editora Unesp, 2011.
- QUINE, W. O. On empirically equivalent systems of the world. *Erkenntnis*, v. 9, n. 3, p. 313–328, 1975.

- QUINE, W. O. *Pursuit of the truth*. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- ROQUEPLE, P. Oito teses sobre o significado da ciência. In: DEUS, J. D. (Org.). *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974. p. 140–157.
- ROSENBERG, A. *Introdução à filosofia da ciência*. São Paulo: Loyola, 2009.
- TAKIMOTO, E. *Como dialogar com um negacionista*. São Paulo: Livraria da Física, 2021.
- TICHÝ, P. On Popper's Definitions of Verisimilitude. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 25, n. 2, p. 160–165, 1974.
- WITTGENSTEIN, L. *Da certeza*. Lisboa: Edições 70, 1992.
- WITTGENSTEIN, L. *Investigações filosóficas*. 3. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

Recebido em: 09/2025
Aprovado em: 01/2026