

# QUATRO TESES DE SUBDETERMINAÇÃO DE TEORIAS PELOS INDÍCIOS OBSERVACIONAIS: SIGNIFICADOS, PLAUSIBILIDADES E IMPLICAÇÕES

FOUR THESES OF UNDERDETERMINATION OF THEORIES BY OBSERVATIONAL EVIDENCE:  
MEANINGS, PLAUSIBILITIES, AND IMPLICATIONS

GUILHERME GRÄF SCHÜLER

UFRGS, BRASIL  
guilherme.gschuler@gmail.com

ROGÉRIO P. SEVERO

UFRGS, BRASIL  
rogerio.severo@ufrgs.br

---

**Abstract.** This paper singles out and analyzes four theses of underdetermination of scientific theories by observational evidence, showing that each has its own meaning, plausibility, and implications. We show that the strongest theses are nothing but conjectures, whereas the weaker ones are more plausible but do not carry with them robust philosophical consequences — such as scientific anti-realism — although they do provide evidence of systematically unknown theoretical alternatives in science, as well as indirect evidence of the use of value-laden criteria of theory choice.

**Keywords:** underdetermination • scientific theories • empirical equivalence • translatability • unconceived alternatives • values

---

RECEIVED: 26/10/2019

REVISED: 25/05/2020

ACCEPTED: 16/06/2020

## 1. Introdução

Na filosofia da ciência, não raro encontramos referências à tese da subdeterminação. Sabidamente, no entanto, a variedade é o tempero da vida. Assim também na filosofia: *vivent les différences!* Concordes, exibimos aqui não uma, mas quatro teses distintas, todas regularmente encontradas sob a rubrica genérica de “subdeterminação de teorias por indícios observacionais”,<sup>1</sup> e discutimos seus significados, plausibilidades e consequências. O assunto é complexo, uma vez que não há consenso sobre se teorias científicas são em geral (ou mesmo às vezes) subdeterminadas, nem sobre o que isso significa ou que consequências pode acarretar. Como veremos a seguir, as formulações mais fortes não passam de conjecturas. As mais fracas são mais plausíveis, mas insuficientes para estabelecer concepções filosoficamente robustas da ciência, como



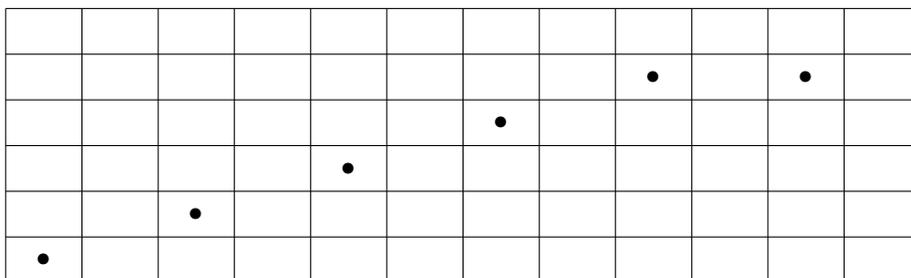
o antirrealismo, embora indiquem a possibilidade de alternativas teóricas sistematicamente ignoradas na ciência, bem como do emprego de valores na escolha entre teorias rivais.

A ideia geral e intuitiva que seguidamente leva à afirmação de algum tipo de subdeterminação na ciência é a de que para qualquer teoria científica bem apoiada em indícios observacionais, haveria (em algum sentido, a ser esclarecido) teorias rivais igualmente bem apoiadas.<sup>2</sup> Uma vez que teorias igualmente bem apoiadas por indícios observacionais só poderiam divergir (isto é, serem *rivais*) em seus enunciados *teóricos* — posto que concordariam quanto aos enunciados *observacionais* —, haveria subdeterminação apenas de teorias que postulam entidades ou princípios teóricos (isto é, não observáveis).<sup>3</sup> Dado que as principais teorias científicas contemporâneas postulam essas entidades ou princípios (por exemplo, neutrinos, quarks e múons em mecânica quântica, ou a geometria do espaço-tempo em relatividade geral), em tese seriam todas subdeterminadas. Indícios observacionais não seriam suficientes para determinar sua verdade, pois para cada uma haveria rivais prevendo as mesmas observações, mas diferindo delas nas entidades ou princípios não observáveis postulados (nesse sentido, seriam teorias *diferentes*, e não apenas variantes linguísticas — intertraduzíveis — de uma mesma teoria). Qualquer teste observacional que confirmasse (ou desconfirmasse) uma dessas teorias confirmaria (ou desconfirmaria) também as suas rivais. Outros indícios, de tipo não observacional, comumente são também considerados: indícios indiretos ou teóricos, tais como a compatibilidade de uma teoria com outras teorias que são tidas como bem confirmadas, ou sua coerência interna, simplicidade, predição correta de fenômenos não observados etc. No entanto, mesmo levando-se em conta esses indícios indiretos ou teóricos, pode acontecer de algumas teorias rivais permanecerem igualmente bem apoiadas pela totalidade dos indícios disponíveis (diretos e indiretos). As formulações mais precisas dessa ideia geral constituem as *teses de subdeterminação de teorias científicas pelos indícios observacionais*, objeto deste artigo.

Na literatura filosófica, essas teses têm sido usadas em argumentos contra o realismo científico.<sup>4</sup> Em linhas gerais, esses argumentos dizem que se indícios observacionais (diretos e indiretos) apoiam mais de uma teoria, então não há como estabelecer a verdade de uma em detrimento de outra. Isso, por sua vez, sugere que essas teorias — ao menos no que dizem sobre o que não é observável — não devem ser lidas como descrições da realidade, mas apenas como instrumentos de predição de fenômenos. O antirrealista, então, aceita nossas melhores teorias científicas apenas na medida em que descrevem eventos e objetos *observáveis* corretamente, permanecendo agnóstico quanto ao que é dito sobre o que *não é observável*. A inteligibilidade das teses de subdeterminação não é evidente em todos os casos, e tampouco são claras as suas implicações. Filósofos realistas da ciência tendem a rejeitar a subdeterminação de teorias, mas ao fazê-lo tendem a criticar teses bastante fortes e implausíveis de sub-

determinação, o que torna mais fácil para eles a tarefa de rejeitá-las.<sup>5</sup> Por outro lado, alguns filósofos antirrealistas usam do expediente contrário, formulando teses mais fracas de subdeterminação, o que torna mais fácil a sua aceitação.<sup>6</sup> Uma consequência disso é que alguns dos debates e divergências a respeito desse tema não passam de mal-entendidos. Seguidamente estão em questão teses distintas de subdeterminação.

A plausibilidade da *ideia geral* da subdeterminação às vezes é ilustrada com raciocínios do seguinte tipo. Suponha que os pontos neste gráfico representam as posições observadas de um corpo celeste no céu a cada quinze dias:



Várias hipóteses podem ser formuladas sobre a trajetória desse corpo, todas compatíveis com o que foi observado. Uma hipótese pode ser a de uma trajetória retilínea entre pares de pontos; outra, a de uma trajetória curvilínea, passando pelos pontos observados; outra, ainda, a de uma trajetória irregular (possivelmente afetada pela presença de outros corpos, não observados). De um ponto de vista lógico, infinitas trajetórias são compatíveis com qualquer número finito de posições observadas. Uma vez que teorias científicas contemporâneas explicam o que observamos por meio de entidades e princípios não observáveis, o gráfico acima ilustra a ideia intuitiva de subdeterminação: parece plausível (inicialmente, ao menos) supor que se uma teoria explica fenômenos por meio de princípios e entidades não observáveis, então outras teorias, postulando princípios e entidades não observáveis diferentes, poderiam igualmente bem explicar as mesmas observações.

Isso parece impor restrições ao conhecimento científico: dado que diversas teorias poderiam ser igualmente bem confirmadas pelos indícios observacionais, não teríamos como saber qual delas descreve corretamente a realidade não observável. Essas restrições seriam aparentadas (mas não idênticas) às restrições — já bem conhecidas — decorrentes do raciocínio indutivo.<sup>7</sup> No caso da indução, uma dificuldade estaria em encontrar regras objetivamente válidas de inferência (não decorrentes de inclinações subjetivas — o chamado problema “humeano” na indução). Mesmo que esse primeiro problema seja resolvido, há ainda a dificuldade de se explicar por que optamos por regras indutivas particulares em detrimento de outras igualmente possíveis (o “novo enigma da indução”, de Goodman (1979, cap.3)). O desafio aparentemente

posto pelas teses de subdeterminação é adicional, no seguinte sentido: Mesmo supondo que regras e inferências indutivas possam ser satisfatoriamente justificadas — como, aliás, sustenta Goodman (1979, cap.4) e, com ressalvas, também os novos indutivistas bayesianos, como Earman (1992) —, ainda assim teríamos razões para não interpretar os resultados finais e mais bem acabados dessas inferências (as teorias científicas) como descrevendo veridicamente a realidade ou, ao menos, a parte não observável da realidade. Esse diagnóstico, no entanto, não é fácil, pois não há uma tese de subdeterminação, mas várias, como veremos a seguir.

## 2. Subdeterminação de equivalência<sup>8</sup>

Uma maneira de especificar a ideia geral da subdeterminação indicada acima consiste na tese da subdeterminação de equivalência, segundo a qual para *qualquer* teoria científica que postule entidades não observáveis ou princípios teóricos, teorias rivais *empiricamente equivalentes* (isto é, que predizem as mesmas observações) podem ser construídas. Posto que prediriam as mesmas observações, a diferença (e daí a *rivalidade*) entre elas estaria localizada no que dizem sobre o que não é observável (entidades ou princípios teóricos). Das teses de subdeterminação analisadas neste artigo, esta é a mais forte. Foi defendida por Kukla (1996; 1998). A subdeterminação em questão seria de tipo permanente: teorias rivais continuam rivais mesmo que novos indícios observacionais (confirmatórios ou desconfirmatórios) se tornem disponíveis. E haveria para essa tese uma prova: dada uma teoria qualquer, há um algoritmo para a construção de uma teoria rival empiricamente equivalente. Kukla (1996, p.137) sustentou que (i) para qualquer teoria existe um número ilimitado de teorias rivais empiricamente equivalentes, e que (ii) o único critério que temos para decidirmo-nos por uma teoria em detrimento de outra é seu maior número de predições empíricas corretas ou seu menor número de predições incorretas.

Embora a discussão acerca da definição estrita de equivalência empírica seja um tópico amplo, para os propósitos deste artigo, comecemos com a seguinte:<sup>9</sup>

*Equivalência empírica: uma teoria  $T$  é empiricamente equivalente a uma teoria  $T'$  se, e somente se,  $T$  e  $T'$  predizem as mesmas observações.*

Desse modo, se  $T$  é confirmada (ou desconfirmada) por um indício observacional, então  $T'$  é igualmente confirmada (ou desconfirmada), e vice-versa.

‘Observações’, nesse contexto, possui não apenas um sentido qualitativo — como em “haverá um eclipse solar” —, mas também um sentido quantitativo — como em “o nível de mercúrio deste termômetro coincide com a marca 31” ou “detecta-se a emissão de duas partículas alfa de um núcleo de  $^{241}\text{Am}$  a partir do uso de um spark counter propriamente configurado”.<sup>10</sup> No decorrer deste artigo, um fenômeno  $F$  é

dito observável se há certas circunstâncias  $C$  tal que, se  $F$  está sob  $C$ , então observa-se  $F$  (van Fraassen 1980, p.16).

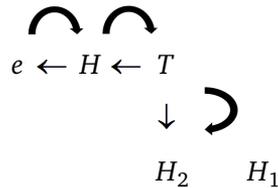
Laudan e Leplin (1991, pp.451–5) oferecem duas objeções importantes a essa formulação. Primeiramente, sustentam que a relação de equivalência empírica entre duas teorias quaisquer precisa ser relativizada a um estado da ciência, sendo, portanto, contextual e impermanente. A identificação de fenômenos, eles dizem, é “relativa à situação do conhecimento científico e dos recursos tecnológicos disponíveis para observação e detecção” (p.451). Além disso, “hipóteses teóricas tipicamente demandam um complemento de informações auxiliares ou colaterais para a derivação de consequências observacionais” (p.452). Previsões quantitativas, que constituem boa parte da ciência contemporânea, são obtidas somente a partir de modelos teórico-matemáticos e de tecnologias sofisticadas para experimentação e observação. As previsões observáveis de uma teoria podem variar conforme o estado da ciência, mesmo que os enunciados centrais da teoria (as hipóteses não auxiliares) permaneçam inalterados. Essa objeção, portanto, põe em xeque a tese de que a equivalência empírica entre duas teorias possa ser permanente.

Kukla (1996, pp.142–5) responde a essa objeção afirmando que ela não se aplica a teorias *totais* (ou globais), isto é, teorias cujo delineamento do observável já está completa e permanentemente determinado. São teorias que a ciência hoje almeja, mas que ainda não foram desenvolvidas, posto que hoje temos apenas teorias parciais do universo. Além disso, são teorias em sentido amplo, que compreendem o que Laudan e Leplin consideram hipóteses auxiliares. Nesses casos hipotéticos imaginados por Kukla, não haveria avanço ulterior possível na identificação de fenômenos. Todos já seriam previstos pela teoria. Portanto, duas teorias desse tipo seriam, forçosamente, empiricamente equivalentes. Mas temos aqui uma *conjetura*: não há uma perspectiva clara de que a ciência chegará um dia a elaborar uma teoria total desse tipo. Sequer temos como saber hoje se isso é possível. Pode ser que a natureza se revele complexa demais para admitir uma sistematização teórica total — não temos como hoje excluir essa possibilidade.

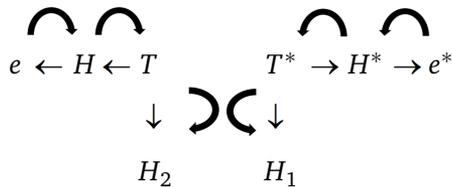
Laudan e Leplin também objetam à ideia de que equivalência empírica implique subdeterminação, pois “teorias idênticas quanto às suas consequências observacionais podem ser diferencialmente confirmadas, de tal modo que uma seja epistemicamente preferível à outra” (1991, pp.460–1). Em outras palavras, sustentam que o apoio empírico de uma teoria não provém apenas da correção de suas previsões. Algumas dessas previsões podem ser mais importantes ou relevantes, dependendo do que outras teorias, sobre fenômenos afins, têm a dizer sobre eles. A confirmação oferecida por estudos em remanência magnética (ERM) — dos anos de 1950-1960 — à teoria da deriva continental (TDC) seria um exemplo: a TDC está comprometida com duas hipóteses gerais; ERM confirma uma delas e, desse modo, confirma parcialmente a TDC. O apoio conferido pela ERM à TDC não provém das previsões

observáveis que esta última implica, mas do que diz a ERM sobre algumas dessas previsões. Similarmente, estudos sobre movimento browniano indicariam a verdade da teoria atômica, embora a teoria atômica não implique o movimento browniano; e estudos sobre a composição química das estrelas apoiam diversas hipóteses em cosmologia (p.462). Casos desse tipo indicam que os indícios da verdade de uma teoria não provêm apenas das previsões deriváveis dessa teoria, mas também do apoio indireto fornecido por teorias afins, que podem ser mais ou menos compatíveis com essas previsões. O diagnóstico geral de Laudan e Leplin é, nesse sentido, bastante negativo com relação à subdeterminação de equivalência.

Uma crítica a esse argumento de Laudan e Leplin pode ser encontrada em Bangu (2006). De modo esquemático, esta é a situação imaginada por Laudan e Leplin (1991, p.464):



$H_1$  e  $H_2$  são hipóteses empiricamente equivalentes,  $T$  é uma teoria que implica  $H_2$  sem implicar  $H_1$ ,  $H$  é outra hipótese implicada por  $T$ ,  $e$  é uma consequência observacional de  $H$ .  $H_1$  e  $H_2$  podem ser epistemicamente diferenciadas pois  $e$  confirma a hipótese  $H$ , que confirma a teoria  $T$ , que implica  $H_2$ ; logo,  $H_2$  possui maior suporte evidencial do que  $H_1$ . Bangu (2006) contra-argumenta que nada é dito sobre a possibilidade de uma teoria alternativa,  $T^*$ , ter uma relação do tipo acima com  $H_1$ , conforme o esquema abaixo:



Nesse caso, “o defensor da subdeterminação pode responder que nada exclui a possibilidade de outra teoria,  $T^*$ , existir” (Bangu 2006, p.273). É até possível que  $e$  e  $e^*$  sejam a mesma consequência observacional. Dada essa objeção, o argumento de Laudan e Leplin, que pretendia discriminar o grau de apoio observacional de duas teorias empiricamente equivalentes, perde sua força, dado que mesmo nos casos imaginados por eles, o grau de apoio empírico poderia ser o mesmo.<sup>11</sup> No entanto, admitida a objeção de Bangu, voltamos ao problema já apontado com as teorias *totais*

de Kukla:  $T^*$  é uma conjectura apenas. Algo logicamente possível, mas para o que não temos indícios positivos. Pode ser que uma situação como a imaginada por Bangu ocorra (isto é, não temos como excluí-la *a priori*). Mas também pode ser que não possa acontecer. Devido à complexidade dos fenômenos naturais e das teorias que os preveem, alternativas teóricas podem ser muito difíceis ou mesmo impossíveis de formular.

Norton (2008) retoma a objeção de Laudan e Leplin de que a relação de equivalência empírica entre teorias é insuficiente para estabelecer a subdeterminação de teorias. Sua abordagem é direta:

dado que a tese de subdeterminação faz uma afirmação sobre relações indutivas ou confirmatórias, é de se esperar que a tese seja apoiada pela longa tradição de trabalhos em indução e confirmação. Contudo, as apresentações da tese de subdeterminação parecem fazer contato apenas superficialmente com essa literatura e [...] dependem inteiramente de uma versão defeituosa da natureza da indução. (2008, p.27)

A versão defeituosa que Norton tem em mente consiste em concepções simplificadas do método hipotético-dedutivo (HD), do qual a noção de equivalência empírica seria extraída. Segundo essas concepções, se duas teorias implicam logicamente os mesmos indícios observacionais, então estão igualmente bem confirmadas. Norton argumenta que essa é uma abstração que efetivamente não ocorre nas práticas indutivas da ciência. Em regra, indícios observacionais não confirmam teorias diferentes de modo igual. Para mostrar isso, ele descreve três tipos bem conhecidos de confirmação indutiva: a “generalização indutiva”, a “indução hipotética” (às vezes chamada de “inferência à melhor explicação”) e as “abordagens probabilísticas”.<sup>12</sup> Diferentemente do que acontece no HD, nesses três casos não basta que uma hipótese implique um indício observacional para que esse indício confirme a hipótese. Apenas em conjunto com outros indícios uma hipótese é confirmada (ou desconfirmada). A mera implicação lógica não é suficiente para estabelecer uma relação de confirmação: teorias que implicam as mesmas observações não necessariamente estão igualmente confirmadas.

O caráter especulativo da tese da subdeterminação de equivalência formulada por Kukla fica evidente na análise dos algoritmos que ele propõe para a construção de teorias rivais: “dada uma teoria  $T$  qualquer, construa uma rival  $T'$  que asse que as consequências observacionais de  $T$  são verdadeiras, mas que a própria  $T$  é falsa” (1996, p.138).  $T$  e  $T'$ , portanto, são empiricamente equivalentes — toda instância confirmatória de  $T$  confirma  $T'$  e vice-versa e nenhum indício observacional possível é capaz de determinar qual delas é verdadeira. Ademais, as duas teorias são rivais, visto que  $T'$  asse que  $T$  é falsa. Dada a universalidade do algoritmo, toda teoria possuiria rivais empiricamente equivalentes e seria, portanto, subdeterminada pelos indícios observacionais.<sup>13</sup>

Além das objeções acima, referentes à noção de equivalência empírica, teorias produzidas por algoritmos desse tipo, no entanto, estão sujeitas a diversas objeções quanto à sua relevância. Laudan e Leplin (1991, pp.456–7) dizem que essas teorias são “inteiramente parasitárias” (p.457) em relação às explicações da teoria da qual foi produzida, não devendo ser entendidas como teorias propriamente rivais. Similarmente, Hofer e Rosenberg (1994, pp.603–4) descartam o uso de algoritmos por não produzirem “rivais epistemologicamente significativas” (p.604). Seriam, em verdade, um “truque lógico-semântico” (1991, p.463) ou um “truque barato” (1994, p.603).

Algumas críticas a estratégias desse tipo já haviam sido feitas por Leplin (1987, pp.521–2), que argumentou que a descrição do mundo feita por uma teoria produzida por algoritmos,  $T_A$ , é ambígua: ao afirmar que o mundo observável é exatamente como a teoria atual  $T$  prediz, mas que  $T$  em si é falsa,  $T_A$  “simplesmente nos diz sobre o que acontece no nível observacional” (p.522) e, por isso, não possui nenhum poder explicativo. Ademais, ao implicar todas as consequências observacionais de  $T$  sem se comprometer com sua estrutura teórica, pressupõe-se sem justificção que tal cenário seja possível! No entanto, essa possibilidade não é assegurada.  $T_A$  pode ser mera ficção. Não sabemos se para todos os casos de  $T$  pode existir uma teoria de tipo  $T_A$ . Em geral, o que ocorre é justamente o contrário, uma vez que a negação de enunciados teóricos em regra produz alterações nas consequências observacionais de uma teoria. Desse modo, tudo o que Kukla estaria dizendo é que não há nada que prove que  $T_A$  é impossível. Isso, no entanto, pouco diz sobre a existência de teorias desse tipo ou sobre a possibilidade de construí-las.

Kukla (1996; 2001) discute extensivamente as objeções de Laudan e Leplin e Hofer e Rosenberg. Ambas as objeções, sustenta Kukla, acusam as teorias rendidas por algoritmos de serem “rivais não genuínas”, ao mesmo tempo em que não fornecem critérios suficientes para uma distinção entre rivais genuínas e não genuínas. Leplin e Laudan (1993), em resposta, fornecem uma lista de possíveis critérios para tal distinção. A discussão refinou esses critérios. Ora os critérios pareciam não ser suficientes para excluir as teorias rivais propostas por Kukla, ora tornavam-se fortes demais, excluindo teorias científicas reais como não genuínas.<sup>14</sup>

Objeções afins foram elaboradas por Stanford (2001), que argumentou que teorias produzidas algoritmicamente “não passam de uma apresentação saliente da possibilidade do ceticismo cartesiano ou radical” (p.S3) e que, se “fantasias cartesianas são as únicas razões que podemos dar para considerar a tese de subdeterminação seriamente”, então a tese não representa um problema distinto do ceticismo cartesiano para a filosofia da ciência. O ponto central de seu argumento é que se a tese de subdeterminação de equivalência baseia-se em cenários do tipo propostos por Kukla, então a tese deixa de ser um problema específico da filosofia da ciência e torna-se um problema de ceticismo radical. A objeção de Stanford fica mais clara ao considerar-

mos outros algoritmos propostos por Kukla. Considere, por exemplo, o algoritmo tal que para qualquer teoria científica  $T$ , uma raça de seres — os Manipuladores — seja capaz de manipular os eventos de tal maneira que todas as observações previstas por  $T$  são, de fato, observadas, mas que a teoria que descreve o mundo corretamente é  $T'$  (Kukla 1996, p.158). Essas conjecturas de Kukla efetivamente confirmam o diagnóstico de Stanford: o mesmo tipo de raciocínio pode levar a dúvidas em qualquer domínio do pensamento, não havendo nada de especificamente científico nas hipóteses de Kukla (talvez o gênio maligno de Descartes pertença à raça dos Manipuladores!).<sup>15</sup>

Alguns autores propuseram algoritmos locais (não totais ou globais, como os acima) para a construção de teorias empiricamente equivalentes, a partir de teorias particulares, o que alegadamente pareceria contornar o caráter excessivamente especulativo dos algoritmos de Kukla. Van Fraassen oferece o seguinte exemplo:

Chamemos a teoria de Newton (mecânica e gravitação) de  $TN$ , e  $TN(v)$  a teoria  $TN$  somada ao postulado de que o centro gravitacional do sistema solar tem velocidade absoluta constante  $v$ . Pela própria versão de Newton, ele atribui adequação empírica para  $TN(0)$ ; e também que, se  $TN(0)$  é empiricamente adequada, também o são todas as teorias  $TN(v)$  (1980, pp.44–7).

Assim,  $TN(0)$  e  $TN(v)$  [ $v > 0$ ] são empiricamente equivalentes. Reichenbach (1958), ao formular seu argumento a favor do convencionalismo,<sup>16</sup> é considerado como fornecendo um algoritmo para criação de teorias empiricamente equivalentes. Reichenbach apresenta seu argumento em forma de teorema:

Teorema  $\theta$ : “Dada uma geometria  $G'$ , à qual os instrumentos de medição se conformam, podemos imaginar uma força universal  $F$  que afeta os instrumentos de tal forma que a verdadeira geometria é uma geometria arbitrária  $G$ , enquanto os desvios observados de  $G$  são em razão da deformação universal dos instrumentos de medição” (1958, p.33).

Entende-se que o argumento forneça um algoritmo na medida em que, para qualquer teoria  $T(g')$ , existem teorias empiricamente equivalentes e incompatíveis do tipo  $T(g + f)$ .

Algumas objeções foram feitas a ambos os casos. Sobre o exemplo de van Fraassen, Magnus mostra que o caso apresentado pode ser facilmente contornado: “podemos pensar sobre a velocidade como sendo relacional em vez de absoluta e, assim, insistir que a suposta rivalidade entre  $[(F_n + v_x)$  e  $(F_n + v_0)]$  é vazia” (2003, p.121). De fato, as teorias físicas atuais não usam o conceito de velocidade absoluta, e não distinguem entre  $v_x$  e  $v_0$ . O exemplo pode ser considerado um caso de subdeterminação apenas quando se supõe a realidade do espaço absoluto newtoniano (ou algum equivalente). Em relação ao caso de Reichenbach, Stanford objeta (2001, S6n) que a força universal  $F$  sugerida teria de se comportar diferentemente de qualquer força conhecida e que nenhuma formulação precisa de forças como  $F$  já foi feita. Por isso,

“tais forças não são melhores do que ‘efeitos fantasma’ e ficamos apenas com mais uma fantasia cética”.<sup>17</sup> Magnus (2003, pp.127–30), nesse mesmo sentido, sustenta que forças desse tipo “são diferentes de qualquer processo admitido em nossa ciência” (p.129).<sup>18</sup>

Além de algoritmos e possibilidades lógicas, alguns filósofos da ciência detiveram-se em casos históricos, caracterizados como sendo de subdeterminação de equivalência *prima facie* permanentes. Um exemplo foi apresentado por Belousek: “todos os fenômenos quânticos que de fato podem ser experimentalmente observados podem, de forma consistente e precisa, ser representados por mais de um formalismo matemático” (2005, p.670). Por sua vez, “cada [formalismo] [...] é, em si, consistente com ontologias distintas e, em alguns casos, mutuamente incompatíveis” (p.671). A diferença entre os formalismos (neste caso, um conjunto suficiente de postulados matemáticos para produzir previsões testáveis) da mecânica quântica ortodoxa de Copenhague e o da mecânica de variáveis ocultas de Bohm serve de exemplo. Embora difiram em relação a postulados específicos (como o do colapso), compartilham entre si a regra de Born e têm equações de movimento similares (respectivamente, a equação de Schrödinger e a equação guia, que são alternativas entre si)<sup>19</sup>, o que garante sua indistinguibilidade observacional.<sup>20</sup>

Cada formalismo fornece maneiras distintas de se interpretar conjuntos de fenômenos quânticos. Por exemplo, as explicações de cada teoria para casos de emaranhamento quântico — fenômeno no qual sistemas aparentemente distintos de partículas quânticas “conectam-se”, de tal maneira que a descrição de um dos sistemas, sobre propriedades tais como *momentum*, posição e *spin* de partículas, descreve também propriedades do sistema emaranhado — resultam em ontologias distintas e incompatíveis. As teorias conflitam sobre “se partículas possuem ou não identidade individual, sobre se partículas sempre possuem ou não trajetórias espaço-temporais definidas e se a dinâmica de partículas é determinística” (p.674).

Outros casos podem ser encontrados em Pitts (2011), como o da equivalência empírica entre o eletromagnetismo de Maxwell e de Proca (pp.276–9). Essas teorias diferem principalmente na massa atribuída ao fóton: a teoria de Maxwell atribui massa zero, e as diferentes versões da teoria de Proca atribuem massa maior que zero. Embora a maioria das versões da teoria de Proca difiram empiricamente da teoria de Maxwell, há um conjunto de versões empiricamente equivalentes, a saber, aquelas que atribuem um valor suficientemente pequeno à massa de fótons — valores indetectáveis por testes empíricos. Em consequência, essas teorias predizem as mesmas observações, mas diferem em estrutura teórica.

Butterfield (2014) argumenta que modelos cosmológicos na relatividade geral são subdeterminados.<sup>21</sup> Belot (2015) oferece casos de subdeterminação no estudo da estrutura interna da Terra e do Sol em geofísica. Por fim, Pietsch (2012) argumenta que uma instância do que ele chama “subdeterminação oculta” pode ser encontrada

na teoria eletrodinâmica de campo-partícula, e que casos de subdeterminação podem ser encontrados dentro de uma mesma teoria.

Há um argumento, formulado por Norton (2008), contestando a utilidade de tais casos históricos em apoiar (indutivamente) a tese de subdeterminação de equivalência. Norton sustenta que se podemos demonstrar a equivalência observacional de duas teorias em um argumento manejável, então não podemos excluir a possibilidade de que sejam apenas formulações distintas da mesma teoria. Norton restringe seu argumento a casos de teorias cuja “equivalência observacional pode ser demonstrada em um tipo de argumentação compacta cabível a um artigo de filosofia da ciência” (2008, p.33). Podemos reconstruí-lo da seguinte maneira:

- (i) Se é demonstrável que duas teorias,  $T_1$  e  $T_2$ , possuam consequências observacionais idênticas, então deve-se possuir uma descrição manejável de tais consequências observacionais. Tal descrição deve ser possível; caso contrário, não seria possível provar nada sobre as consequências.
- (ii) A descrição das consequências observacionais de  $T_1$  deve utilizar os termos teóricos de  $T_1$ . Caso contrário, parece estranho que  $T_1$  possua os termos teóricos em questão, dado que todo seu conteúdo observacional pode ser delimitado na sua ausência. O mesmo ocorre com  $T_2$ .
- (iii) Se a equivalência observacional de  $T_1$  e  $T_2$  é demonstrável, então suas estruturas teóricas (que incluem seus termos teóricos) devem ser similares. Isso deve ser o caso pois é a partir da estrutura teórica de teorias que suas consequências observacionais podem ser sistematizadas em uma descrição manejável.
- (iv) Há dois desfechos possíveis: ou as estruturas teóricas de  $T_1$  e  $T_2$  são conversíveis (ou traduzíveis) entre si sem perda ou não são. No primeiro caso,  $T_1$  e  $T_2$  são formulações variantes de uma mesma teoria. No segundo caso, deve existir alguma estrutura adicional em uma teoria, que está ausente na outra. Se esse é o caso, no entanto, a estrutura adicional não possui correlato na outra teoria, embora ambas teorias possuam as mesmas consequências observacionais. Portanto, essa estrutura adicional é desnecessária para a extração das consequências observáveis, isto é, são estruturas supérfluas. Como tais, podem ser excluídas e, assim, o que resta é conversível (traduzível) sem perda, tal como no primeiro caso.<sup>22</sup>
- (v) “Concluimos que pares de teorias que podem ser demonstrados como observacionalmente equivalentes são fortes candidatos para serem formulações variantes de uma teoria” (2008, p.35).

Esse argumento de Norton é bem parecido com o que encontramos em Dummett (1981, p.617n):

... não há nada que nos impeça de atribuir a aparente incompatibilidade [de duas teorias empiricamente equivalentes] à equivocidade [dos termos teóricos]. Decerto, se podemos estabelecer a equivalência empírica de duas teorias, temos de ser capazes de encontrar traduções de uma para a outra.

Tanto no argumento de Norton quanto no de Dummett, uma possibilidade em princípio (a de poder haver teorias empiricamente equivalentes) é contraposta a outra possibilidade em princípio (a dessas teorias serem intertraduzíveis ou conversíveis uma na outra — algo que em tese pode ou não ocorrer).<sup>23</sup> Mas com isso, a exemplo dos algoritmos de Kukla, estamos novamente no terreno das conjeturas e especulações sobre o que é logicamente possível. O mérito de Norton nesse artigo (2008) consistiu em mostrar como uma concepção simplificada do método científico pode levar à conjetura da subdeterminação de equivalência, e que uma descrição mais detalhada de casos históricos de equivalência empírica na ciência tende a mostrar que são ou irrealis ou impermanentes.<sup>24</sup> Ainda assim, nada é dito sobre os casos específicos mencionados acima, discutidos por Belousek (2005), Pitts (2011), Butterfield (2014), Belot (2015) e Pietsch (2012), de modo que, dado o estado atual da literatura sobre o tema, não temos como afirmar nem excluir a conjetura da subdeterminação de equivalência.

### **3. Subdeterminação de teorias empiricamente equivalentes não intertraduzíveis**

Talvez a defesa mais influente de uma tese de subdeterminação tenha sido a de Quine. Seu texto mais importante nesse sentido é o de 1975, mas há diversos outros.<sup>25</sup> Como Kukla, Quine restringe sua tese a teorias globais, isto é, joga a discussão para um cenário futuro conjetural em que teríamos conseguido elaborar uma teoria empiricamente adequada de todos os fenômenos. Trata-se de uma especulação, portanto. Ele considera que esse é o único caso filosoficamente relevante, pois toda rivalidade entre teorias parciais ou locais pode em princípio ser resolvida pela realização de novas observações ou pela elaboração de novas teorias, mais gerais, que se mostrem mais compatíveis com algumas das rivais locais. A tese de Quine, no entanto, difere da de Kukla em dois aspectos: (i) é explicitamente formulada como uma conjetura, evitando afirmar que teorias rivais e empiricamente equivalentes existem ou podem ser construídas para qualquer teoria dada que postule entidades e princípios teóricos — em particular, Quine não sustenta que há algoritmos de construção de tais teorias rivais — e (ii) não emprega a noção de incompatibilidade lógica para caracterizar a rivalidade entre essas teorias, mas a noção mais fraca de não intertraduzibilidade. Além disso, concede que a inteligibilidade de sua conjetura não é evidente. Trata-se de algo plausível, ele diz, dado o modo indireto como os enunciados teóricos de

uma teoria são confirmados ou desconfirmados por enunciados observacionais. Mas quando os detalhes da conjectura são explicitados, não fica evidente a possibilidade de haver teorias globais empiricamente equivalentes e não intertraduzíveis. É possível que a natureza se mostre excessivamente complexa para se deixar sistematizar em um conjunto coerente e inteligível de enunciados (uma teoria científica global) e é difícil entender o que poderia ser uma teoria que previsse todos os fenômenos (todos os fenômenos possíveis? todos os tipos de fenômenos?). Embora essa possa ser uma esperança de uma parcela importante da comunidade científica e embora se possa mesmo dizer que as ciências naturais têm se desenvolvido nesse sentido, é possível que essa seja uma meta inalcançável. Seja como for, caso se realize, Quine sustenta que não temos por que achar que nesse cenário hipotético apenas uma teoria desse tipo seria possível. Teorias alternativas poderão se mostrar igualmente adequadas, prevendo as mesmas observações, mas postulando princípios e entidades teóricas distintos.

Embora tenha usado a noção de incompatibilidade lógica em textos anteriores para caracterizar a subdeterminação de teorias, em 1975 Quine argumenta que essa não é melhor maneira de tratar do assunto. Para haver alguma rivalidade entre duas teorias empiricamente equivalentes, é necessário que elas difiram nos seus enunciados teóricos, uma vez que concordam nos seus enunciados observáveis. Digamos que tenhamos um caso de incompatibilidade entre os enunciados teóricos de duas dessas teorias. Temos, então, que uma teoria contém ou implica o enunciado teórico *A* e a teoria rival contém ou implica o enunciado teórico *não-A*. Como se trata de enunciados teóricos, cujo sentido é estabelecido pela teoria da qual fazem parte e pelas relações que têm com outros enunciados teóricos daquela teoria, não temos nenhuma razão *a priori* para supor que “*A*” quer dizer o mesmo em ambas as teorias. Ao contrário, dado que essas teorias preveem as mesmas observações e ainda assim divergem sobre o enunciado *A*, não há por que tratar enunciados *A* que ocorrem em uma teoria como querendo dizer o mesmo que enunciados *A* que ocorrem na teoria rival. Então, o que efetivamente teríamos não seria uma incompatibilidade, mas um caso de equívocidade (como sugeriu Dummett na passagem citada acima). Para evitar esse tipo de ambiguidade e confusão, Quine sugere a troca de todas as ocorrências de *A* em uma teoria por ocorrências de um enunciado novo (que não ocorra em nenhuma das teorias), digamos, *B*. O resultado dessa troca sistemática é que uma das teorias então conterà ou implicará o enunciado *A* e a sua rival conterà ou implicará o enunciado *não-B*. Todos os casos de incompatibilidade e equívocidade podem ser evitados por meio desse expediente, uma vez que *A* e *não-B* são logicamente *compatíveis*. A rivalidade que pode então permanecer seria a de teorias que contêm ou implicam enunciados teóricos distintos e *não intertraduzíveis*. Se as teorias são intertraduzíveis, então não há rivalidade. Mas pode acontecer de enunciados do tipo *B* não serem traduzíveis para a linguagem da teoria rival, que contém enunciados

do tipo A. Novamente, estamos aqui no terreno da especulação. Não teríamos como excluir em princípio a possibilidade de estarmos lidando com versões de uma mesma teoria (como sugerem Norton e Dummett). Pode ser que a tradução, nesses casos, se mostre tão complexa e difícil que não sejamos capazes de encontrar um manual de tradução adequado. Isso pode dever-se a incapacidades ou dificuldades nossas e não ao fato dessas teorias serem a rigor não-intertraduzíveis. Temos, assim, a formulação da tese quineana da subdeterminação: caso consigamos desenvolver uma teoria global unificadora de todas as observações, então ela estaria “fadada a [bound to] ter alternativas empiricamente equivalentes tal que, se as descobríssemos, não veríamos nenhuma maneira de reconciliá-las por reinterpretação de predicados” (1975, p.327). “Reinterpretação de predicados”, nesse contexto, é o jargão quineano para falar de traduzibilidade.<sup>26</sup>

A conjectura da subdeterminação em Quine difere do que ele próprio chama de *holismo*, que é a tese — para ele trivial e óbvia (ver Quine 1992, pp.13–6) — segundo a qual em geral hipóteses isoladas não têm como ser testadas. Isoladamente, hipóteses teóricas não implicam enunciados observacionais. Em geral, apenas de conjuntos bastante grandes de hipóteses e outros enunciados (por exemplo, enunciados metodológicos, enunciados empíricos sobre as circunstâncias do teste etc.) é possível derivar uma predição observável. Alguns autores sugerem que haveria aí um tipo particular de subdeterminação holística.<sup>27</sup> Mas a tese quineana do holismo é fraca demais para fundamentar qualquer tese ou conjectura de subdeterminação. Ela afirma que “é apenas em conjunto, como uma teoria, que [hipóteses] implicam suas consequências observacionais” (Quine 1975, p.313). Em razão disso, quando um experimento mostra a falsidade de uma das predições de uma teoria, o que se conclui é que “pelo menos uma das hipóteses desse conjunto [de hipóteses] é inaceitável e deve ser modificada; mas o experimento não diz qual deve ser modificada”.<sup>28</sup> Várias maneiras de modificar uma teoria falseada podem se apresentar ao cientista, mas em regra essas alternativas não são empiricamente equivalentes.

Como ilustração, considere o seguinte exemplo. Suponha que uma hipótese, *H*, afirma que a estrela *X* possui o elemento sódio como parte de sua composição química. Para testá-la, uma cientista deve configurar um espectrômetro de tal maneira a capturar o comprimento de onda emitido pela estrela; caso a hipótese seja verdadeira, o espectro resultante deve exibir claramente linhas espectrais nas faixas apropriadas — demonstrando a absorção do elemento sódio na atmosfera da estrela. A tese do holismo tem como objetivo mostrar que a hipótese acima, *H*, tomada isoladamente, não prediz a observação de que o espectro resultante deve ser de tal e tal modo: hipóteses auxiliares — tais como o funcionamento de um espectrômetro, o espectro de emissão do sódio, o modelo atômico, as leis de Kirchhoff, etc. — tiveram de ser consideradas conjuntamente à hipótese original. De maneira similar, caso o experimento não exibisse o espectro predito, a cientista aprenderia que o conjunto de hipóteses é

falso, mas não qual delas o é. O holismo, segundo Quine, implica que “estamos sempre livres para escolher entre várias modificações adequadas de nossa teoria [frente a observações adversas]”, o que “dá credibilidade à tese de subdeterminação” (1975, p.313), sem, no entanto, implicá-la.

Vimos que a tese de Quine é explicitamente formulada como uma conjectura. Sua plausibilidade decorre das relações entre os enunciados teóricos e os enunciados observacionais de uma teoria serem flexíveis e holísticos, o que torna possível, ao menos em tese, a elaboração de teorias empiricamente equivalentes mas não intertraduzíveis. Por outro lado, o holismo não implica subdeterminação. Pode ser o caso que, dado um indício adverso às consequências observacionais de uma teoria, possamos modificar a teoria de várias formas, mas disso não se pode concluir que as teorias modificadas resultantes serão, ou não, empiricamente equivalentes e não-intertraduzíveis.

#### 4. Subdeterminação transitória

Cientistas seguidamente fazem uso de inferências eliminativas ao analisar um conjunto de hipóteses, rejeitando as que não se conformam às observações ou apresentam incoerências internas ou com outras teorias já aceitas, e concluindo que a que resta é provavelmente verdadeira. Contudo, nenhum cientista analisa, ou sequer concebe, *todas* as hipóteses possíveis. Portanto, inferências eliminativas não têm como ser conclusivas — outras hipóteses, talvez muito diferentes, mas igualmente adequadas, não são consideradas. Recentemente, Kyle Stanford (2001; 2006) argumentou a favor do que denomina “subdeterminação recorrente e transitória”.<sup>29</sup> Retomando discussões originadas em Duhem (1982[1914], pp.188–90) e seguidas por Sklar (1975, pp.378–81), Stanford sustentou que estamos diante de um caso de subdeterminação transitória se, dada uma teoria *T* atual, podem existir “hipóteses alternativas ainda nem sequer imaginadas ou consideradas por nós, mas mesmo assim compatíveis com ou mesmo igualmente bem corroboradas pelos indícios observacionais existentes que temos à mão” (2001, p.S7). Para Stanford, se temos razões para crer que casos de subdeterminação transitória são recorrentes, isso bastaria para “minar nossa justificação para acreditarmos nas teorias atuais” (2001, p.S7). Diferentemente da tese de subdeterminação de equivalência e da conjectura da subdeterminação de Quine, a subdeterminação transitória pode ocorrer mesmo em casos em que as teorias rivais não são empiricamente equivalentes. Trata-se, portanto, de um caso de subdeterminação *de escolha* de teorias.<sup>30</sup> Dadas as observações disponíveis em um dado momento, os indícios favoráveis a uma teoria podem ser igualmente fortes aos indícios favoráveis a alguma teoria rival não considerada pela comunidade científica.

Para mostrar que há casos recorrentes de subdeterminação transitória, Stanford

apresentou o que chama de “nova indução a partir da história da ciência” (2001, p.S9). Houve episódios na ciência nos quais “ocupávamos uma posição epistêmica na qual podíamos conceber apenas uma ou poucas teorias bem corroboradas pelos indícios observacionais disponíveis, mas a história do inquérito [científico] subsequente [...] revelou alternativas novas, radicalmente distintas e igualmente bem corroboradas” (2001, p.S9). Tome-se, por exemplo, a transição entre as teorias corpuscular, ondulatória e onda-partícula da luz: em sua época, a teoria corpuscular era bem corroborada pelos indícios observacionais disponíveis. Posteriormente, descobriu-se que os mesmos indícios corroboravam a teoria ondulatória e, similarmente, mais tarde, a teoria de onda-partícula. Embora a teoria de onda-partícula não tivesse sido concebida pelos defensores da teoria corpuscular, *os indícios observacionais disponíveis naquela época* corroboravam ambas igualmente (2001, p.S9). A indução de Stanford pretende estabelecer que permanecemos hoje na mesma situação: nada impede que os indícios observacionais disponíveis atualmente corroborem tanto nossas melhores teorias quanto alguma alternativa ainda não concebida — seja ela apenas uma versão com pequenas correções ou uma teoria rival drasticamente diferente. Acima de tudo, o argumento pretende colocar em xeque o realismo científico: se alternativas inconcebidas existem e, mais importante, *se podem diferir drasticamente em seus princípios e entidades não-observáveis*, então o realista não pode saber exatamente sobre o que ser realista.

Houve várias reações ao argumento de Stanford. Uma primeira família de objeções defendeu o realismo científico (contra Stanford), analisando a ideia de *continuidade* em teorias científicas. Chakravartty (2008), por exemplo, concede a tese a Stanford, embora questione suas consequências para o realismo. É evidente que cientistas não avaliam teorias não concebidas, mas disso não se segue que eles não têm critérios para identificar continuidades entre teorias. Baseados nessas continuidades, pode-se elaborar hipóteses sobre os aspectos não observáveis da realidade e adotar uma atitude realista com relação a elas. Nesse sentido, Chakravartty defende que o conhecimento causal detalhado de *propriedades físicas* é um critério desse tipo (2008, p.155). A menção da importância do conhecimento causal como critério de identificação de continuidades, embora originado no realismo de entidades, é modificado por Chakravartty a fim de se aplicar a *propriedades*, e não a entidades. Não é claro que os físicos estivessem sempre falando das mesmas entidades quando falavam de elétrons e prótons, embora seja claro que acreditassem que certas propriedades específicas podiam ser predicadas daquelas entidades, como a carga negativa e positiva. É a partir dessas propriedades que cientistas manipulam experimentações e adquirem maior conhecimento sobre o não observável. É acerca desses aspectos das teorias, sustenta Chakravartty, por fim, que se pode ser realista, e é em razão dessa continuidade que podemos manter que teorias passadas foram “aproximadamente verdadeiras”.<sup>31</sup>

Stanford (2015a) responde a essa família de objeções, argumentando que realismos seletivos (como o de Chakravartty (2008), Hacking (1983), e Worrall (1989)) não são capazes de contornar as consequências da subdeterminação transitória. Realistas desse tipo apenas recortam certos aspectos de teorias científicas (relações causais, entidades, estruturas) e afirmam que, dada a continuidade observada entre teorias passadas e atuais, podemos ser realistas sobre tais aspectos e afirmar de teorias passadas abandonadas que são, não falsas, mas aproximadamente verdadeiras. No entanto, não oferecem critérios claros para identificarmos quais aspectos das teorias *atuais* serão mantidos em teorias futuras. A ausência de tais critérios, sustenta Stanford, é o suficiente para estabelecer a subdeterminação: “a questão central sempre foi se um destino similar aguarda nossas próprias concepções teóricas da natureza, não se há alguma concepção de ‘aproximadamente verdadeiro’ suficientemente ampla para abranger tais teorias abandonadas” (2015, p.18).

Uma segunda linha de objeções pretende, assim como a primeira, bloquear a passagem indutiva do argumento de Stanford. Essa literatura ocupou-se em mostrar que existe uma assimetria entre as teorias científicas citadas pela “nova indução” e as teorias atuais no que diz respeito (i) à comunidade científica presente no nascimento e desenvolvimento de teorias e (ii) à “maturidade” de teorias. O argumento para (i) consiste em mostrar que embora Stanford observe (corretamente) que cientistas no passado não foram capazes de exaurir possíveis alternativas, ele não sucede em mostrar que comunidades científicas bem desenvolvidas são incapazes disso; isso constitui um problema ao notarmos que a comunidade científica atual, se comparada às dos séculos XVIII–XIX — dos quais Stanford retira a maioria de seus casos<sup>32</sup> — têm crescido e sido submetida à maior profissionalização em virtualmente todas as áreas da ciência (Dellsén 2017, pp.2442–3). Além da diferença na quantidade e qualidade geral de comunidades científicas, Godfrey-Smith (2008, p.143) observa a ausência de uma “estrutura de incentivo apropriada” — e.g. um sistema de recompensas — na produção científica dos séculos passados. Ademais, discussões sobre a “maturidade” de teorias científicas foram invocadas a fim de mostrar os casos de Stanford como “ciência imatura”. Godfrey-Smith (2008, p.142) também nota que a indução de Stanford falha em sua projeção ao não apresentar casos “relevantemente similares a (embora obviamente não tão “maduros” quanto) [casos da] ciência [atual]”. Dellsén (2017), a fim de mostrar dissimilaridades entre a ciência atual e a ciência presente nos casos de Stanford, oferece critérios para distinguir teorias maduras e imaturas.<sup>33</sup>

Stanford (2015b) respondeu essas objeções analisando o processo de profissionalização científico, de implementação do sistema de pares na revisão de artigos e de desenvolvimento da “Big Science”, a fim de mostrar um estreitamento da liberdade da comunidade científica de conceber, desenvolver e publicar teorias alternativas. Mudanças das quais filósofos frequentemente se utilizam com o intuito de mostrar a maturidade de comunidades científicas atuais, afirma Stanford, “devem nos con-

vencer de que comunidades científicas contemporâneas são, na verdade, mais, e não menos, vulneráveis ao problema de alternativas inconcebidas do que seus predecessores históricos” (2015b, §1).

## 5. Subdeterminação prática

As teses de subdeterminação discutidas nas seções 1 e 2 têm em comum o fato de que em regra são defendidas não com base em casos concretos, históricos, mas em considerações gerais e hipotéticas sobre as relações entre teorias e indícios observacionais. Recentemente, alguns filósofos voltaram a atenção para casos históricos e formularam uma tese diferente, chamada de “subdeterminação prática”. Esses são casos históricos de subdeterminação da escolha de teorias: “em certas escolhas de teorias na prática científica, os indícios observacionais que estão presentemente disponíveis a nós não nos direcionam a aceitar uma teoria em detrimento de suas rivais” (Turnbull 2017, p.5).<sup>34</sup> Diferentemente de casos de subdeterminação transitória, nos quais se asseve a existência de alternativas ainda não concebidas, casos de subdeterminação prática são aqueles nos quais a escolha entre duas teorias diferentes e conhecidas não são determinadas pelos indícios observacionais que estão disponíveis no momento. Esses casos, como observa Biddle (2013, p.126), podem ser encontrados em “áreas da ciência de ponta atual [...] especialmente naquelas relevantes para a política pública”, nas quais uma teoria precisa ser rapidamente avaliada para que possa ser aplicada. Em geral, portanto, trata-se de teorias de escopo reduzido (diferentemente das teorias de que se ocupam os proponentes das outras formulações de subdeterminação vistas nas seções anteriores). Por exemplo, frente à questão de “se uma substância química usada em pesticidas é suficientemente segura [...], não temos o luxo de poder esperar até que todos os indícios [estejam disponíveis]” (2013, p.126). Em casos desse tipo, a escolha entre hipóteses e teorias rivais efetivamente é subdeterminada.

Como esses são casos práticos, pode-se questionar sua relevância filosófica. O fato de que há tais casos mostra que seguidamente fazemos escolhas incertas, possivelmente equivocadas. Mas não há aí nenhuma novidade filosófica: trata-se da já conhecida falibilidade da ciência. Philip Kitcher (2001, p.30), por exemplo, afirma que casos desse tipo são “familiares e inofensivos”. Em resposta a esse comentário, Biddle observa — a partir do estudo de caso de Douglas (2000, citado em Biddle, 2013, p.126) — que a subdeterminação prática é filosoficamente relevante por tornar explícito o uso sistemático de valores nas escolhas entre teorias científicas.<sup>35</sup>

Se indícios observacionais e métodos lógico-matemáticos são insuficientes para justificar a escolha de uma teoria em detrimento de outra, mas a escolha é feita mesmo assim, então ao menos em parte essas escolhas são guiadas por valores. Esse

é o “argumento da lacuna”, proposto inicialmente na literatura feminista em filosofia da ciência.<sup>36</sup> Casos de subdeterminação prática oferecem evidência de que de fato há tal lacuna. Uma análise das escolhas de teorias em tais casos, possivelmente evidencia um uso sistemático de juízos valorativos no empreendimento científico. Os exemplos de Turnbull (2018, p.7) envolvem valores como simplicidade e escopo explanatório de hipóteses distintas: acerca de hipóteses sobre os dinossauros *Stegosaurus*, por exemplo, cientistas atualmente diferem sobre o sentido de algumas estruturas presentes em suas colunas, não em razão dos indícios observacionais disponíveis, mas da simplicidade e escopo das hipóteses.<sup>37</sup>

O ponto central da tese de subdeterminação prática, como dizem Currie e Turner (2016; ver também Turner, 2005) a respeito de casos de subdeterminação prática em ciências “históricas” (tais como a paleontologia, a biologia evolucionista e a filogenia) é afastar-nos da “subdeterminação como um problema filosófico, uma versão localizada de um enigma cético”, aproximando-nos de “um aspecto da prática da ciência histórica” (Currie e Turner 2016, p.44). A tese, ainda assim, mantém seu importe para a discussão em filosofia da ciência: instâncias de subdeterminação prática são preciosas na medida em que permitem que se descrevam a ocorrência e os tipos de juízos valorativos na ciência.

## 6. Considerações finais

Este artigo exibiu quatro teses distintas de subdeterminação de teorias pelos indícios observacionais que foram bastante influentes na literatura recente de filosofia da ciência. Indicamos inicialmente algumas ideias intuitivas e vagas sobre a subdeterminação, que podem levar à formulação de teses específicas. Dependendo de como uma tese é formulada, suas implicações e plausibilidades podem variar bastante. A primeira tese analisada, da subdeterminação de equivalência, mostrou-se até agora inócua: as conjecturas de teorias rivais e empiricamente equivalentes geradas por algoritmos não apresentam desafios específicos à filosofia da ciência, uma vez que são indistinguíveis das hipóteses céticas há muito discutidas em epistemologia. É possível que haja casos históricos de equivalência empírica, mas tampouco isso é claro. Um juízo sólido a esse respeito ainda permanece por ser feito na literatura. A segunda tese, de Quine, difere da anterior por não ser uma mera hipótese cética aplicada à ciência, uma vez que explora a possibilidade — inerente à ciência — de haver alternativas teóricas sistematicamente ignoradas e difíceis de detectar, devido ao modo holístico e flexível como os enunciados teóricos das ciências se relacionam os enunciados observacionais. Embora Quine explicitamente formule essa tese como uma *conjectura* de inteligibilidade incerta, ela indica, embora de modo indireto, que há aspectos da teoria científica que podem eludir de modo inescapável ao nosso

conhecimento. Dado o caráter conjectural das duas primeiras teses analisadas, no entanto, não há como se extrair delas conclusões filosoficamente mais robustas, como a do antirrealismo. As teses de subdeterminação transitória e prática dizem respeito à escolha de teorias, e nesse sentido apresentam casos de subdeterminação impermanente, que podem — em princípio, ao menos — ser superados com o avanço da ciência. No entanto, mesmo que superados em algum momento, não está claro que teríamos acesso a essa informação. Então, novamente, embora seja difícil se extrair dessas teses alguma conclusão sobre o antirrealismo, elas indicam que há alternativas teóricas em ciência que tendem a permanecer invisíveis aos pesquisadores, ou que, se visíveis, levam a escolhas em parte valorativas por parte dos cientistas.

## Referências

- Acuña, P. 2014. Artificial examples of empirical equivalence. Em: M. C. Galavotti et al. (eds.) *New Directions in the Philosophy of Science*, pp.453–67. Springer.
- Acuña, P.; Dieks, D. 2014. Another look at empirical equivalence and underdetermination of theory choice. *European Journal for Philosophy of Science* 4(2): 153–80.
- Bangu, S. 2006. Underdetermination and the argument from indirect confirmation. *Ratio* 19(3): 269–77.
- Belot, G. 2015. Down to earth underdetermination. *Philosophy and Phenomenological Research* 91(2): 456–64.
- Belousek, D. W. 2005. Underdetermination, realism, and theory appraisal: an epistemological reflection on quantum mechanics. *Foundations of Physics* 35(4): 669–95.
- Biddle, J. 2013. State of the field: transient underdetermination and values in science. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 44(1): 124–33.
- Bohm, D.; Hiley, B. 2006[1993]. *The undivided universe: an ontological interpretation of quantum theory*. London: Routledge.
- Brown, M. 2013. Values in science beyond underdetermination and inductive risk. *Philosophy of Science* 80(5): 829–39.
- Butterfield, J. 2014. On under-determination in cosmology. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 46: 57–69.
- Chakravartty, A. 2008. What you don't know can't hurt you: realism and the unconceived. *Philosophical Studies* 137(1): 149–58.
- Ćirković, M.; Perović, S. 2018. Alternative explanations of the cosmic microwave background: a historical and an epistemological perspective. *Studies in History and Philosophy of Science Part B* 62(2): 1–18.
- Craver, C. F. 2002. Structures of scientific theories. Em: P. Machamer; M. Silberstein (eds.) *The Blackwell guide to the philosophy of science*, pp.55–79. Oxford: Blackwell.
- Currie, A.; Turner, D. 2016. Introduction: scientific knowledge of the deep past. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 55: 43–6.
- Cushing, J. T. 1993. Underdetermination, conventionalism and realism: the Copenhagen vs. the Bohm interpretation of quantum mechanics. Em: S. French; H. Kamminga (eds.) *Cor-*

- respondence, invariance and heuristics*, pp.261–78. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol.148. Dordrecht: Springer.
- Dellsén, F. 2017. Realism and the absence of rivals. *Synthese* **194**(7): 2427–46.
- Devitt, M. 2011. Are unconceived alternatives a problem for scientific realism? *Journal for General Philosophy of Science* **42**(2): 285–93.
- Douglas, H. 2000. Inductive risk and values in science. *Philosophy of Science* **67**(4): 559–79.
- Douven, I. 2008. Underdetermination. Em: S. Psillos; M. Curd (eds.) *The Routledge Companion to Philosophy of Science*, pp.292–301. New York: Routledge.
- Duhem, P. 1982[1914]. *The aim and structure of physical theory*. Princeton: Princeton University Press.
- Dummett, M. 1981[1973]. *Frege: philosophy of language*. 2a ed. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Earman, J. 1992. *Bayes or Bust*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Elliott, K.; Richards, T. (eds.) 2017. *Exploring inductive risk: case studies of values in science*. Oxford: Oxford University Press.
- Fine, A. 1993. Fictionalism. *Midwest Studies in Philosophy* **18**: 1–18.
- French, S. 2011. Metaphysical underdetermination: Why worry? *Synthese* **180**: 205–21.
- French, S.; Krause, D. 2006. *Identity in physics: A historical, philosophical, and formal analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Frost-Arnold, G.; Magnus, P. D. 2010. The identical rivals response to underdetermination. Em: P.D. Magnus; J. Busch (eds.) *New waves in philosophy of science*, pp.112–30. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Godfrey-Smith, P. 2003. *Theory and reality: an introduction to the philosophy of science*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Godfrey-Smith, P. 2008. Recurrent transient underdetermination and the glass half full. *Philosophical Studies* **137**(1): 141–8.
- Goldstein, S. 2017. Bohmian Mechanics. Em: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2017 Edition)*. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/qm-bohm/>. Acesso: 24 de julho de 2020.
- Goodman, N. 1979. *Fact, fiction, and forecast*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Hacking, I. 1983. *Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hempel, C. G. 1958. The theoretician's dilemma. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* **2**: 37–98.
- Hofer, C.; Rosenberg, A. 1994. Empirical equivalence, underdetermination, and systems of the world. *Philosophy of Science* **61**(4): 592–607.
- Kitcher, P. 2001. *Science, truth, and democracy*. Oxford: Oxford University Press.
- Kukla, A. 1993. Laudan, Leplin, empirical equivalence and underdetermination. *Analysis* **53**(1): 1–7.
- Kukla, A. 1996. Does every theory have empirically equivalent rivals? *Erkenntnis* **44**(2): 137–66.
- Kukla, A. 1998. *Studies in scientific realism*. Oxford: Oxford University Press.
- Kukla, A. 2001. Theoreticity, underdetermination, and the disregard for bizarre scientific hypotheses. *Philosophy of Science* **68**(1): 21–35.

- Laudan, L. 1990. Demystifying underdetermination. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* **14**: 267–97.
- Laudan, L.; Leplin, J. 1991. Empirical equivalence and underdetermination. *The Journal of Philosophy* **88**(9): 449–72.
- Leplin, J. 1987. Surrealism. *Mind* **96**: 519–24.
- Leplin, J.; Laudan, L. 1993. Determination underdetermined: reply to Kukla. *Analysis* **53**(1): 8–16.
- Longino, H. 2004. How values can be good for science. Em: P Machamer; G. Wolters (eds.) *Science, values, and objectivity*, pp.127–42. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Lyons, T. D. 2013. A historically informed modus ponens against scientific realism: articulation, critique, and restoration. *International Studies in the Philosophy of Science* **27**(4): 369–92.
- Lyre, H.; Eynck, T. O. 2003. Curve it, gauge it, or leave it? Practical underdetermination in gravitational theories. *Journal for General Philosophy of Science* **34**(2): 277–303.
- Magnus, P. D. 2003. Underdetermination and the claims of science. *PhD Thesis in Philosophy. University of California, San Diego*. Em: [http://scholarsarchive.library.albany.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=cas\\_philosophy\\_scholar](http://scholarsarchive.library.albany.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=cas_philosophy_scholar). Acesso: 10 de fevereiro de 2019.
- Manchak, J. B. 2009. Can we know the global structure of spacetime? *Studies in History and Philosophy of Science Part B* **40**(1): 53–6.
- Massimi M. 2004. What demonstrative induction can do against the threat of underdetermination: Bohr, Heisenberg, and Pauli on a spectroscopic anomalies (1921–24). *Synthese* **140**: 243–77.
- Merikangas Darling, K. 2002. The complete Duhemian underdetermination argument: scientific language and practice. *Studies in History and Philosophy of Science* **33**: 511–33.
- Norton, J. 1993. The determination of theory by evidence: the case for quantum discontinuity 1900–1915. *Synthese* **97**: 1–31.
- Norton, J. 2005. A little survey of induction. Em: P. Achinstein (ed.) *Scientific evidence: philosophical theories and applications*, pp.9–34. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Norton, J. 2008. Must evidence underdetermine theory? Em: M. Carrier; D. Howard; J. Kourany (eds.) *The challenge of the social and the pressure of practice: science and values revisited*, pp.17–44. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Okasha, S. 1997. Laudan and Leplin on empirical equivalence. *British Journal for the Philosophy of Science* **48**(2): 251–6.
- Pietsch, W. 2012. Hidden underdetermination: a case study in classical electrodynamics. *International Studies in the Philosophy of Science* **26**: 125–51.
- Pinheiro, F. 2018. Ensaio sobre o caráter metafísico das medições. *Intuitio* **12**(1): 1–29.
- Pitts, J. B. 2011. Permanent underdetermination from approximate empirical equivalence in field theory: massless and massive scalar gravity, neutrino, electromagnetic, Yang-Mills and gravitational theories. *British Journal for the Philosophy of Science* **62**(2): 259–99.
- Poincaré, H. 1952[1902]. *Science and hypothesis*. New York: Dover.
- Psillos, S. 1999. *Scientific realism: how science tracks truth*. London: Routledge.
- Quine, W. V. 1960. *Word and object*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Quine, W. V. 1975. On empirically equivalent systems of the world. *Erkenntnis* **9**: 313–28.
- Quine, W. V. 1992. *Pursuit of truth*. rev. ed. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1990.

- Reichenbach, H. 1958. *The philosophy of space and time*. New York: Dover.
- Rowbottom, D. P. 2011. The instrumentalist's new clothes. *Philosophy of Science* **78**(5): 1200–11.
- Severo, R. 2008. “Plausible insofar as it is intelligible”: Quine on underdetermination. *Synthese* **161**(1): 141–65.
- Severo, R. 2012. The intelligibility objection against underdetermination. *Principia* **16**(1): 121–46.
- Severo, R. 2019. Strawson e Quine. Em: I. Gelain; J. Conte (eds.) *Strawson e a tradição filosófica*. Porto Alegre: Editora Fi.
- Sklar, L. 1975. Methodological conservatism. *The Philosophical Review* **84**(3): 374–400.
- Stanford, K. 2001. Refusing the devil's bargain: what kind of underdetermination should we take seriously? *Philosophy of Science* **68**(3): S1–S12.
- Stanford, K. 2006. *Exceeding our grasp: science, history and the problem of unconceived alternatives*. Oxford: Oxford University Press.
- Stanford, K. 2015a. “Atoms Exist” is probably true, and other facts that should not comfort scientific realists. *Journal of Philosophy* **112**(8): 397–416.
- Stanford, K. 2015b. Unconceived alternatives and conservatism in science: the impact of professionalization, peer-review, and Big Science. *Synthese* 1–18.
- Stanford, K. 2017. Underdetermination of scientific Theory. Em: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2017 Edition)*. <https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/scientific-underdetermination/>. Acesso: 29 de julho de 2018.
- Tal, E. 2016. How Does Measuring Generate Evidence? The Problem of Observational Grounding. *Phys.: Conf. Ser.*, 772 012001.
- Turnbull, M. G. 2018. Underdetermination in science: what it is and why we should care. *Philosophy Compass* **13**(2): 1–11.
- Turner, D. 2005. Local underdetermination in historical science. *Philosophy of Science* **72**(1): 209–30.
- van Fraassen, B. 1980. *The scientific image*. Oxford: Clarendon Press.
- Vuillemin, J. 1998. On Duhem's and Quine's theses. Em: L. E. Hanh; A. Schilpp (eds.) *The philosophy of W.V. Quine*, pp.565–619. Chicago: Open Court.
- Worrall, J. 1989. Structural realism: the best of both worlds? *Dialectica* **43**(1–2): 99–124.
- Worrall, J. 2011. Underdetermination, realism and empirical equivalence. *Synthese* **180**(2): 157–72.

## Notas

<sup>1</sup>Ver, por exemplo, Quine (1975), Laudan (1990), Cushing (1993), Hofer e Rosenberg (1994), Kukla (1996; 2001), Okasha (1997), Belousek (2005), Turner (2005), Bangu (2006), Stanford (2006), Chakravartty (2008), Godfrey-Smith (2008), Norton (2008), Devitt (2011), Worrall (2011), Biddle (2013), Acuña e Dieks (2014), Butterfield (2014), Belot (2015), Dell-sén (2017), Turnbull (2018).

<sup>2</sup>A relação de subdeterminação às vezes é concebida de modo mais geral — não restrita a teorias — como uma relação entre enunciados: um conjunto de enunciados é subdeterminado por outro conjunto de enunciados se a verdade destes últimos fornece um indício

da verdade dos primeiros *e também* de conjuntos alternativos de enunciados, rivais, possivelmente incompatíveis com o primeiro (ver Douven 2008). Assim concebida, outras teses de subdeterminação podem ser formuladas. Um exemplo é a chamada “subdeterminação da metafísica pela física”, segundo a qual uma dada teoria física subdetermina duas ou mais teses metafísicas distintas e incompatíveis. O exemplo *standard* ocorre na estatística quântica que subdetermina uma metafísica de indivíduos ou de não-indivíduos. Ver French e Krause (2006, pp.149–89) e French (2011). Note-se, no entanto, que esse não é um caso de subdeterminação de *teorias científicas*, mas da *metafísica*. Esse, portanto, não é um caso típico de subdeterminação de teorias científicas e por isso não será tratado neste artigo, embora seja relevante para a discussão das filosofias realistas ou antirrealistas da ciência. Agradecemos a um dos pareceristas desta revista por nos ter chamado a atenção para esse tópico.

<sup>3</sup> Pode ser que essa cláusula restritiva não valha para as teses da subdeterminação transitória e prática discutidas abaixo (seções 3 e 4), mas isso não é relevante para os exemplos de subdeterminação efetivamente discutidos na literatura recente, que são todos de teorias que postulam entidades e princípios teóricos.

<sup>4</sup> Por exemplo, em van Fraassen (1980), Kukla (1996; 2001) e Stanford (2006).

<sup>5</sup> Um exemplo desse tipo de expediente pode ser encontrado em Laudan (1990).

<sup>6</sup> Teses fracas de subdeterminação serão discutidas nas seções 3 e 4. Para uma apresentação geral do debate acerca de realismo e antirrealismo científicos, ver Godfrey-Smith (2003, pp.173–89) e Psillos (1999). Instrumentalismo (Duhem 1914; Rowbottom 2011), operacionalismo (Hempel 1958), ficcionalismo (Fine 1993) e empirismo construtivo (van Fraassen 1980) compõem ramificações do antirrealismo científico. Realismo de entidades (Hacking 1983) e realismo estrutural (Worrall 1989) são algumas das alternativas realistas no debate contemporâneo.

<sup>7</sup> Ver a esse respeito o texto clássico de Nelson Goodman (1979); um resumo da temática pode ser encontrado em Godfrey-Smith (2003, cap.3); para uma discussão das concepções bayesianas da indução, ver Earman (1992).

<sup>8</sup> O nome “subdeterminação de equivalência” deve-se a Turnbull (2018). Stanford (2017) prefere “subdeterminação contrastiva”.

<sup>9</sup> Parte da discussão recente sobre equivalência empírica concerne ao modo como estruturamos teorias: sintaticamente, semanticamente, ou de modo pluralista. A formulação mais precisa da noção de equivalência empírica exige a adoção de uma concepção particular. Para um panorama da discussão sobre como devemos estruturar teorias, ver Craver (2002). Van Fraassen defende uma concepção semanticista, ver van Fraassen (1980, p.41–56).

<sup>10</sup> Para uma discussão introdutória à relação entre medições e observações, ver Tal (2016). Ver também Pinheiro (2018).

<sup>11</sup> Acuña e Dieks (2014) analisam todos os argumentos acima em maior detalhe. Para críticas à segunda objeção de Laudan e Leplin, ver também Okasha (1997) e Worrall (2011).

<sup>12</sup> Ver também Norton (2005).

<sup>13</sup> Em formulação similar, Laudan e Leplin (1991, p.457n) citam um algoritmo que “aplicado a uma teoria *T* qualquer, comprometida com entidades teóricas do tipo *r*, gera uma ‘rival’ *T\** que asseve que o mundo é observacionalmente idêntico a como ele seria se *T* fosse verdadeira, mas que nega a existência das *r*”.

<sup>14</sup> Ver Laudan e Leplin (1991), Kukla (1993), Leplin e Laudan (1993) e Kukla (1996; 2001).

<sup>15</sup> Ver também Devitt (2011, p.287). Kukla (2001, pp.33–5), embora mantenha sua posição,

endereça essas objeções e comenta o diagnóstico de Stanford: “o argumento da subdeterminação pretende nos mostrar que estamos diante de um dilema cético ainda que se conceda que nossos relatos observacionais possam ser conhecidos como sendo verídicos. Mas talvez isso não seja novidade o suficiente para escapar da acusação de estar reciclando um debate antigo e infrutífero. Que seja”.

<sup>16</sup>O argumento original é devido a Poincaré (1952[1902], p.65).

<sup>17</sup>Stanford atribui suas objeções a David Malament.

<sup>18</sup>Acuña (2014) discute ambos os exemplos de algoritmos locais em seu artigo.

<sup>19</sup>Sobre a relação entre as equações, ver Bohm e Hiley (2006) e Goldstein (2017).

<sup>20</sup>Belousek não usa a expressão “equivalência empírica”, em razão da crítica de Laudan e Leplin (1991).

<sup>21</sup>Butterfield (2014, S1.1) nota, porém, que os casos de subdeterminação ilustrados pela cosmologia diferem da maioria em razão de (i) a subdeterminação ocorrer entre modelos e não teorias, e (ii) a noção de observação ser usada de maneira diferente em razão da natureza dos eventos estudados em cosmologia. Ver também Ćirković e Perović (2018, p.2, p.1515) e Manchak (2009).

<sup>22</sup>Para uma discussão acerca da objeção de Norton (2008), em específico sua menção de “estruturas supérfluas”, ver Frost-Arnold e Magnus (2010, pp.8–18).

<sup>23</sup>Algumas razões para se achar que a intertraduzibilidade dessas teorias pode não acontecer podem ser encontradas em Severo (2012); ver também a seção 2 do presente artigo.

<sup>24</sup>Ver também Norton (1993) e Massimi (2004).

<sup>25</sup>Para uma listagem completa e uma análise da evolução do pensamento de Quine a respeito desse tema, ver Severo (2008).

<sup>26</sup>Quine limita-se a falar de reinterpretação de predicados porque supõe que essas teorias já teriam sido verdadeiras para a sua “notação canônica” (sua proposta de uma linguagem mais simples e clara possível para as ciências). Como essa notação não contém termos singulares, a única diferença entre as linguagens das duas teorias estaria nos predicados que uma contém e a outra não. Portanto, qualquer intraduzibilidade entre essas linguagens seria um caso de intraduzibilidade de predicados. Ver Quine (1960, cap.5) e Severo (2019).

<sup>27</sup>Ver Stanford (2017) e Turnbull (2018).

<sup>28</sup>Duhem (1914), antes de Quine, sustentara um holismo restrito à ciência física, uma vez que essa disciplina usa instrumentos construídos a partir da teoria física para testar as predições da própria física. A tese holista em Quine é mais geral, não restrita à física. Para uma análise comparativa, ver Vuillemin (1998). Para uma análise do holismo duhemiano, ver Merikangas Darling (2002).

<sup>29</sup>Lawrence Sklar (1975, p.380) foi o primeiro a usar o termo “subdeterminação transitória”.

<sup>30</sup>A subdeterminação de escolha de teorias não implica a subdeterminação das próprias teorias. A escolha de teorias é subdeterminada se os indícios observacionais disponíveis no momento da escolha não mostram a falsidade de nenhuma das teorias e sugerem a verdade de cada uma individualmente. Isso pode acontecer mesmo com teorias *que não são empiricamente equivalentes*. Nesse caso, haveria subdeterminação da escolha, mas não subdeterminação das próprias teorias. Diferentemente da tese de Stanford, as teses de Kukla e Quine discutidas nas seções anteriores não se restringem à escolha de teorias, mas tratam da subdeterminação das próprias teorias pelos indícios observacionais (disponíveis ou não no

momento da escolha).

<sup>31</sup>Para outras objeções à tese de Stanford, ver Devitt (2011) e Lyons (2013).

<sup>32</sup>Stanford analisa detalhadamente as teorias de geração e hereditariedade de Darwin, Galton e Weisman, originadas no século XIX; ver Stanford (2006, pp.51–140).

<sup>33</sup>Dellsén (2017) não usa o termo “teoria madura”, mas em vez disso, a noção de “sensitividade” (p.2435), com a qual se pode indicar a “probabilidade de que uma teoria empiricamente bem sucedida para a qual nenhuma rival de subdeterminação foi descoberta não terá rivais desse tipo” (p.2438), isto é, a probabilidade de que uma teoria atual, para a qual nenhuma outra teoria rival *tão bem corroborada* quanto ela foi descoberta, terá teorias rivais desse tipo. Dentre os critérios para estabelecer a “sensitividade” de uma teoria estão (i) o domínio de inquérito, (ii) antidogmatismo, (iii) comunidade científica e (iv) o período no qual a teoria é/foi aceita.

<sup>34</sup>Lyre e Eynck (2003) parecem ter sido os primeiros a falar em “subdeterminação prática”, ao comentar um caso de particular de “teorias não-finais” (p.297). Norton (2008, p.20) também trata de casos desse tipo, chamando-os de “subdeterminação *de facto*”. Biddle (2013, p.125) trata de casos parecidos, chamando-os de “subdeterminação transitória”. Turnbull (2018) parece ter sido a primeira a distinguir claramente a subdeterminação transitória da subdeterminação prática.

<sup>35</sup>Chakravartty (2008, p.151n) comenta que talvez alguns casos subdeterminação prática sejam também casos de subdeterminação de equivalência (conforme vimos acima, seção 1). Nesse sentido, seriam relevantes por fornecerem indícios históricos desta última. De fato, nada parece impedir a possibilidade de que atualmente, duas teorias igualmente corroboradas pelos indícios atuais continuem igualmente corroboradas pelos indícios futuros e, talvez, por todos os indícios possíveis. Turnbull (2017, p.9n) sugere que “podemos asserir que uma escolha de teoria presentemente enfrenta subdeterminação prática sem exigir que a subdeterminação prática seja resolvida no futuro”.

<sup>36</sup>Ver, por exemplo, Longino (2004). Sobre as discussões recentes a respeito do uso de valores na ciência, ver Brown (2013).

<sup>37</sup>O assunto deste artigo não cobre a discussão sobre risco indutivo, embora possa haver relações entre a tese de subdeterminação prática e a grande literatura sobre risco indutivo. Para uma introdução, ver Douglas (2000). Para uma compilação de casos de risco indutivo, ver Elliot e Richards (2017). Ver também Biddle (2013).

## Agradecimentos

Este trabalho beneficiou-se de auxílio à pesquisa em forma de bolsa BIC-UFRGS. Agradecemos a Félix Flores Pinheiro, Vilson Vinícius dos Santos Rodrigues e aos pareceristas desta revista por seus comentários e sugestões.