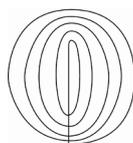


# LEIS DA NATUREZA

EDIÇÃO DE 2013 do

## COMPÊNDIO EM LINHA DE PROBLEMAS DE FILOSOFIA ANALÍTICA

2012-2015 FCT Project PTDC/FIL-FIL/121209/2010



Editado por  
João Branquinho e Ricardo Santos

ISBN: 978-989-8553-22-5

Compêndio em Linha de Problemas de Filosofia Analítica  
Copyright © 2013 do editor  
Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa  
Alameda da Universidade, Campo Grande, 1600-214 Lisboa

Leis da Natureza  
Copyright © 2013 do autor  
Eduardo Castro

DOI: <https://doi.org/10.51427/cfi.2021.0049>

Todos os direitos reservados

# Leis da Natureza

DOI: <https://doi.org/10.51427/cfi.2021.0049>

O conceito *leis da natureza* é um conceito que tem sido usado de forma muito variada. Enunciados científicos, teorias científicas, leis fundamentais, entidades teóricas, axiomas, teoremas, regularidades, universais, essências reais de tipos naturais, relações de capacidades, poderes causais, etc. são referências correntes na literatura científica e filosófica. Por sua vez, estas noções são elas próprias vagas ou também são usadas com significados diferentes. Apesar destas dificuldades em volta do uso do conceito, este é um conceito fulcral, quer em ciência, quer em filosofia. Supostamente, os cientistas pretendem descobrir que leis da natureza existem – um olhar de relance sobre qualquer manual científico pode verificar a veracidade de tal pretensão. Por sua vez, os filósofos pretendem identificar o que é *ser* uma lei da natureza. O problema deste artigo é justamente esta identificação.

Após introduzir algumas distinções elementares, este artigo analisa e discute teorias centrais no debate contemporâneo sobre leis da natureza: a teoria ingênua da regularidade, inspirada em David Hume 2002, e as suas sofisticações epistemológicas, como a teoria dos melhores sistemas de John Stuart Mill 1843, Frank Ramsey 1978 e David Lewis 2001; a teoria de Fred Dretske 1977, Michael Tooley 1977 e David Armstrong 1983 das leis como relações contingentes entre universais; a teoria essencialista de Brian Ellis 2001, 2002 das leis como propriedades essenciais; a teoria de Nancy Cartwright 1983, 1989, 1999 das leis como leis *ceteris paribus*; as teorias anti-reducionistas de Marc Lange 2000, 2009, Tim Maudlin 2007 e John Carroll 1994 das leis como entidades irreduzíveis; e as teorias anti-realistas de Stephen Mumford 2004, Bas van Fraassen 1989 e Ronald Giere 1995 negando a alegada existência de leis. Naturalmente, um artigo desta dimensão não pode ser exaustivo. Com vista a atenuar esta deficiência, inclui-se também um breve sortido de teorias alternativas às anteriores, onde se sintetizam as teorias de Hugh Mellor 1991, Peter Menzies 1993 e James Woodward 1992, 1997, 2000. Faz-se uma nota final avaliativa em torno da análise custo/benefício.

*Publicado pela primeira vez em 2013*

## 1 Distinções elementares

Uma distinção elementar importante acerca do conceito *leis da natureza* é entre epistemologia e metafísica. Esta distinção nem sempre é explícita na literatura filosófica e importa clarificá-la. Em termos muito gerais, o conceito *leis da natureza* pode ter uma referência epistémica ( $LN_{\text{epistémicas}}$ ) ou ter uma referência metafísica ( $LN_{\text{metafísicas}}$ ). Grosso modo, as  $LN_{\text{epistémicas}}$  são as leis ou as teorias empíricas como a lei da gravitação, as leis da termodinâmica, as leis de Darwin, o princípio de conservação de energia, o teorema de Bernoulli, a hipótese ergódica, etc. As  $LN_{\text{metafísicas}}$  são relações entre entidades, independentes da nossa mente e linguagem, como universais, essências, poderes, etc. Para aqueles que defendem a existência de  $LN_{\text{metafísicas}}$ , na generalidade, a relação entre as duas referências é a seguinte: as  $LN_{\text{metafísicas}}$  são os fazedores de verdade das  $LN_{\text{epistémicas}}$ , isto é, as  $LN_{\text{epistémicas}}$  são verdadeiras, ou aproximadamente verdadeiras, em virtude da existência de  $LN_{\text{metafísicas}}$  que as tornam verdadeiras. Esta distinção proporciona uma das principais divisões das teorias filosóficas contemporâneas sobre leis da natureza: teorias humianas (ou reguralistas) vs. teorias não-humianas (ou necessitaristas).

As teorias humianas inspiram-se na epistemologia de David Hume:<sup>1</sup>

Todos os acontecimentos parecem inteiramente soltos e separados. Um acontecimento segue-se a um outro, mas nunca nos é dado a observar qualquer laço entre eles. Eles parecem *conjugados*, mas nunca *conectados*. É como não podemos ter qualquer ideia de uma coisa que nunca se tenha apresentado ao nosso sentido externo ou sentimento interno, a conclusão necessária *parece* ser que não temos de todo qualquer ideia de conexão e poder, e que estas palavras se acham totalmente destituídas de significado, quando empregadas tanto nos raciocínios filosóficos como na vida comum. (Hume 2002: 87-88).

As leis da natureza são meras descrições do mosaico humiano de acontecimentos, isto é, descrições da totalidade de pontos do espaço-tempo, com as suas qualidades intrínsecas, e respectivas relações. Os acontecimentos do mundo são como um mosaico de “agora isto e

<sup>1</sup> Estudos recentes (Wright 1983; Beauchamp e Rosenberg 1981; Strawson 1989) mostram que o próprio inspirador das teorias – Hume – não defendeu tal concepção sobre as leis da natureza, mas estes aspectos exegéticos não são aqui importantes.

depois aquilo”, sendo cada acontecimento independente dos restantes e auto-contido. Não há qualquer relação necessária que conecte os acontecimentos do mundo e, como tal, também não há quaisquer leis da natureza “extra” que governem esses acontecimentos. Supor a existência de leis que governam os acontecimentos do mundo é uma suposição metafísica e não empírica, uma vez que estamos a supor a existência de entidades para além daquilo que é empiricamente acessível. Mas tudo aquilo que não é empiricamente acessível é metafísica especulativa e, como tal, deve ser rejeitada.

As teorias não-humianas defendem que as leis da natureza são relações entre entidades metafísicas, isto é, conexões internas necessárias entre acontecimentos (ou objectos) do mundo que governam o mosaico humano de acontecimentos. Embora possamos notar um padrão na sequência dos acontecimentos, há uma relação *necessária* na conexão dos acontecimentos do mundo que governa estes acontecimentos – as leis da natureza – que pode ser metafisicamente estudada.

Outra distinção importante é a distinção ontológica entre concepções realistas e concepções anti-realistas. As concepções realistas defendem a existência objectiva de leis da natureza. As concepções anti-realistas defendem que tais entidades não existem de todo na natureza. Invariavelmente, estas últimas concepções falam acerca de leis da natureza, mas este modo de falar não implica qualquer compromisso ontológico com as mesmas.

De uma forma geral, as teorias humianas são anti-realistas e as teorias não-humianas são realistas. As teorias humianas anti-realistas defendem que não há leis da natureza nem qualquer outra entidade responsável pelas regularidades observadas. As teorias não-humianas realistas consideram que há leis da natureza que governam as regularidades observadas. Mumford 2004 considera ainda uma terceira categoria de teorias, uma categoria mista, que ele cunha de *realist lawlessness*, e que designaremos por *realismo sem-leis*. As teorias realistas sem-leis defendem que não há leis da natureza (anti-realismo) mas as regularidades observadas são determinadas por outras entidades, situadas ‘acima’ do mosaico humano (não-humianismo), como capa-

idades, poderes, necessidades *simpliciter*, etc.

## 2 Teoria ingênua da regularidade

Começemos por considerar uma teoria – a teoria ingênua da regularidade – que talvez seja a teoria mais natural que emerge das ideias humanas anteriores. As leis da natureza são identificadas com simples regularidades da natureza. Sinteticamente, a teoria ingênua da regularidade pode ser assim formalizada.

É uma lei que *Fs* são *Gs* se, e só se, todos os *Fs* são *Gs*.

Esta é uma teoria central na discussão contemporânea, pois permite levantar problemas claros, simples mas sérios, a que as outras teorias tentam responder.

Invariavelmente, as objecções à teoria ingênua da regularidade centram-se na bicondicional em questão. Ora se argumenta a favor da existência de regularidades que não são leis; ora se argumenta a favor da existência de leis que não são regularidades. Respeitante à primeira objecção, vamos considerar os casos seguintes: regularidades acidentais vs. regularidades necessárias, regularidades que suportam contrafactuais vs. regularidades que não suportam contrafactuais, e regularidades pouco ou não exemplificadas de todo. Respeitante à segunda objecção, vamos considerar os casos de leis probabilísticas e de leis funcionais.

### *Regularidades que não são leis*

Consideremos as proposições:

(A) Todos os pedaços de ouro têm uma massa inferior a 1000 kg.

(B) Todos os pedaços de urânio têm uma massa inferior a 1000 kg.

Embora ambas as proposições sejam, supostamente, verdadeiras a justificação da sua verdade parece ser de natureza diferente. Relativamente a (A), apesar de não parecer haver nenhum pedaço de ouro que tenha uma massa superior a 1000 kg, na verdade, seria possível arranjar esse tal pedaço de ouro gigantesco. Para tal, bastaria derre-

ter inúmeros pedaços de ouro particulares e juntar tudo num gigantesco lingote de ouro. Por outras palavras, a verdade de (A) parece ser meramente accidental – uma coincidência. Porém, o mesmo não acontece com (B). Supostamente, há uma lei da natureza, nomeadamente, uma lei da física atómica, segundo a qual há um limite para a quantidade de urânio que se pode juntar num pedaço, a chamada *massa crítica* (pouco menos de 1 kg). Atingida essa massa crítica desencadeia-se uma reacção em cadeia que explode o pedaço de urânio. Portanto, (A) e (B) expressam dois tipos de regularidades: (A) é uma regularidade accidental; (B) é uma regularidade necessária.

As regularidades accidentais têm um problema adicional relativo a contrafactuais. Consideremos como sendo verdade que sempre que vou a Londres, neva. Então esta verdade não implica que se na semana passada tivesse ido a Londres, teria nevado; porque, obviamente, o meu corpo não se relaciona causalmente com as condições atmosféricas. O contraste com as regularidades necessárias é evidente. Sempre que atiro uma maçã ao ar, ela cai; se na semana passada tivesse atirado uma maçã ao ar, ela teria caído. Isto é verdade para maçãs ou para qualquer outro objecto massivo porque, supostamente, a lei da gravitação assim o determina. Portanto, as regularidades accidentais, contrariamente às regularidades necessárias, não acomodam contrafactuais.

A ideia de haver regularidades que não são leis da natureza pode ser radicalizada considerando casos de regularidades pouco exemplificadas ou não exemplificadas de todo. Para tal, basta notar que uma regularidade se expressa pela proposição ‘todos os *Fs* são *Gs*’ e supor que existem poucos ou nenhuns objectos no mundo que têm as propriedades *F* e *G*. Nestas circunstâncias, é verdade que todos os *Fs* são *Gs*, mas não parece verdade que isso se constitua numa lei da natureza de que todos os *Fs* são *Gs*. Por exemplo, no século XVIII, Johann Bode sugeriu que o raio das órbitas planetárias, para os planetas até então conhecidos, era descrito por uma relação matemática.<sup>2</sup> A lei de Bode, como ficou conhecida a relação, é assim uma regularidade pouco exemplificada, uma vez que só se aplicava a alguns planetas do

<sup>2</sup> A distância é dada pela expressão:  $0.4+0.3 \cdot 2^n$  (em unidades astronómicas), onde  $n = 0$  para Vénus,  $n = 1$  para a Terra, etc. (para obter distância de Mercúrio ignora-se o segundo termo).

sistema solar. Mais tarde, ao descobrir-se que a órbita de Neptuno não era conforme à relação matemática, a lei de Bode adquiriu o estatuto de pseudo-lei – uma regularidade acidental. Para o caso de regularidades não exemplificadas pensemos em unicórnios e filósofos. Não há unicórnios; há inúmeros filósofos; porém, todos os unicórnios são filósofos é geralmente considerada como sendo uma verdade trivial, ainda que seja uma generalização vácuca. À luz da teoria ingénuca, é então uma lei que todos os unicórnios são filósofos. Portanto, algo está errado na teoria ingénuca, pois não parece de toda verdade que seja uma lei da natureza que todos os unicórnios são filósofos.

Na generalidade, há duas estratégias regularistas de réplica às objecções à teoria ingénuca da regularidade. Uma primeira estratégia consiste em sofisticar a teoria da regularidade, acrescentando outras condições à teoria ingénuca para que só determinadas regularidades possam ser leis. Outra estratégia – *purista* – consiste em manter-se fiel ao *credo* da teoria ingénuca da regularidade de que as leis da natureza são meras regularidades. Deixemos as estratégias sofisticadas mais para a frente e consideremos então as réplicas do lado purista (aqui sigo Mumford 2004).

Um regularista puro não reconhece qualquer divisão entre regularidades acidentais e regularidades necessárias, porque essa alegada divisão é baseada em meras intuições. Na verdade, não existe qualquer critério racional que possa operar essa distinção (o mundo é constituído por regularidades, *simpliciter*). Qualquer regularidade, muito ou pouco exemplificada, é nada mais do que uma regularidade. Não há qualquer necessidade metafísica subjacente a regularidades muito ou pouco exemplificadas; as regularidades estão todas no mesmo pé. As alegadas regularidades não exemplificadas são simplesmente rejeitadas sob o anátema de pseudo-regularidades, uma vez que as regularidades são somente acerca de acontecimentos existentes no mundo. Porém, esta réplica exclui todas as leis vácuas da ciência, como, por exemplo, a primeira lei de Newton, segundo a qual todo o corpo manter-se-á em repouso ou em movimento uniforme rectilíneo se nenhuma força actuar sobre ele. Ora, acontece que não há corpos isolados da acção de forças. Assim, os puristas apenas podem preservar as leis vácuas da ciência de forma *ad hoc* ale-

gando que são casos “especiais” de leis.

### *Leis que não são regularidades*

Para além das leis vácuas da ciência as leis probabilísticas também levantam um problema aos regularistas. Este tipo de leis é comum em áreas respeitáveis como a física estatística, a física atómica ou a mecânica quântica. Na física nuclear, por exemplo, sabe-se que os núcleos instáveis de átomos podem decair ao fim de um certo período de tempo. O decaimento é estabelecido por uma lei probabilística: diz-se que o núcleo  $X$  tem a probabilidade  $p$  de decair ao fim de um tempo  $t$ . Um exemplo mais simples é considerar que, num lançamento de uma moeda, a probabilidade de sair cara ou coroa é de 50%. Ora, como é que um regularista acomoda este tipo de leis? Onde é que está a regularidade para as leis probabilísticas?

A intuição regularista é de que as leis da natureza são estabelecidas pelas suas exemplificações. Se atirmos 1000 vezes uma moeda ao ar e obtivermos 500 vezes cara, então a lei será de que temos 50% de obter cara em qualquer lançamento e, portanto, temos uma regularidade para a lei. Porém, é incorrecta esta interpretação das leis probabilísticas. Ao atirmos 1000 vezes uma moeda, é fisicamente possível obter 1000 caras e, portanto, a lei correspondente à regularidade seria a de que, em qualquer lançamento de moedas, obtém-se cara. Uma saída para o regularista é negar a existência de leis probabilísticas: apenas existem as frequências das distribuições actuais. O argumento é de que, por exemplo, a suposta lei probabilística sobre lançamento de moedas, segundo a qual a probabilidade de obter cara/coroa num lançamento é de 50 %, apenas poderia ser estabelecida após um número infinito de lançamentos. Como não é possível realizar um número infinito de lançamentos (num tempo finito), a suposta lei probabilística é uma mera idealização e, como tal, não existe.

Por outro lado, a ciência também é constituída por leis funcionais. Este tipo de leis também é um problema para a teoria ingénua da regularidade. Por exemplo, a segunda lei de Newton,  $F = m.a$ , (sendo  $F$  a força aplicada sobre o objecto,  $m$  a massa do objecto e  $a$  a aceleração do objecto), é uma lei funcional, isto é, o valor de uma variável varia em função de outras variáveis. Ora, os valores exem-

plificados por esta lei não percorreram (nem percorrerão) os valores possíveis do domínio da lei, uma vez que há um conjunto infinito de valores possíveis de exemplificação.<sup>3</sup> Porém, a lei é assumida como verdadeira para todos os valores possíveis (exemplificados ou não). Este valor de verdade não parece ser justificado pela teoria ingênua, porque esta considera que a lei é apenas verdadeira para os valores já exemplificados. Portanto, à luz da teoria ingênua da regularidade, as leis funcionais não são leis contínuas mas leis discretas.

Os regularistas puros acomodam as leis funcionais da forma seguinte. Argumenta-se que é fisicamente possível, ainda que seja uma tarefa herculeana, anotar num gráfico, sob a forma de pontos, todos os valores actualmente exemplificados de forças, massas e acelerações. Depois, deveríamos unir todos esses pontos por linhas curtas e suaves. A lei funcional seria estabelecida justamente por esse alegado gráfico. Mas por que razão o gráfico deveria ser desenhado desse modo? Por que razão não poderíamos unir os pontos por linhas rectas? Os regularistas consideram que a nossa expectativa é que assim seja o caso, mas não há qualquer necessidade na natureza que implique que assim seja o caso.

### 3 Sofisticando a teoria ingênua da regularidade

Basicamente, a sofisticação da teoria ingênua da regularidade consiste em torná-la menos ingênua acrescentando um elemento  $X$  à teoria:

É uma lei que  $Fs$  são  $Gs$  se, e só se, todos os  $Fs$  são  $Gs + X$

Na generalidade, a sofisticação pode ser externa ou interna. A sofisticação externa apela a critérios epistémicos relativos ao *comportamento* e *uso* que os humanos dão a determinadas regularidades (e. g. Ayer 1998; Nagel 1961; Popper 1949; Mackie 1962; Bromberger 1966; Braithwaite 1953; Goodman 1983; Hempel e Oppenheim 1948; Hempel 1968). Por exemplo, determinadas regularidades são leis da natureza porque têm um elevado grau de confirmação empírica, são amplamente aceites pela comunidade científica, têm poder explicativo, são integradas dedutivamente ou são usadas para previsões

---

<sup>3</sup> A segunda lei de Newton é uma função de variável real. O conjunto dos números reais é denso, isto é, entre quaisquer dois números há um outro.

(Dretske 1977). Por sua vez, a sofisticação interna apela a critérios apenas acerca das próprias regularidades, como a sistematização, que analisaremos na próxima secção.<sup>4</sup>

As duas principais objecções à estratégia externa são as seguintes.<sup>5</sup> Primeiro, uma lei da natureza pode ser (ainda) desconhecida e, portanto, não há simplesmente qualquer comportamento ou uso que se possa ter relativamente a essa lei. Segundo, é circular apelar a comportamentos ou critérios epistémicos para a determinação de leis, uma vez que supostamente esses comportamentos e critérios são também governados por leis da natureza, caso contrário seriam subjectivos e psicológicos. Por exemplo, não parece ser possível alcançar um critério objectivo que permita determinar o que consiste ser uma teoria com um elevado grau de confirmação empírica ou ser uma teoria amplamente aceite pela comunidade científica.

A melhor réplica às objecções anteriores é dada a partir da teoria dos melhores sistemas, que é tida como a versão mais sofisticada da teoria da regularidade.

#### 4 Teoria dos melhores sistemas

A teoria dos melhores sistemas foi separadamente desenvolvida por Mill 1843, Ramsey 1978 e Lewis 2001 (doravante, *teoria MRL*). À luz da teoria MRL, as leis da natureza são teoremas ou axiomas da melhor sistematização da história do mundo. Por outras palavras, caso pudéssemos conhecer a totalidade dos factos do mundo actual e axiomatizássemos esses factos, então as leis da natureza seriam aquelas proposições, que melhor conjugassem simplicidade e força (ou conteúdo informativo), a partir das quais poderíamos deduzir a totalidade de factos do mundo actual. Uma lei é simples quando formulada através de princípios básicos; uma lei tem conteúdo informativo quando é respeitante a muitos factos particulares. Esta versão não identifica as leis às regularidades. As regularidades deduzem-se

<sup>4</sup> Skyrms 1980 defende outro critério interno: resiliência. Determinadas regularidades são leis da natureza porque são resilientes, isto é, são regularidades que ocorrem em qualquer circunstância nomicamente possível. Ver Armstrong (1983: 64-66) para uma discussão desta concepção.

<sup>5</sup> Ver, por exemplo, Armstrong (1983: 61-64), Dretske 1977, Ramsey 1978.

de um sistema coerente de leis; as leis são supervenientes às regularidades. Podem existir leis que desconhecemos que são leis, porque supostamente não conhecemos todos os factos que há e, como tal, não conseguimos determinar qual é a melhor sistematização desses factos.

A teoria MRL tem algumas vantagens (segundo Lewis (2001: 74), seis vantagens) relativamente à teoria ingénua da regularidade. Vejamos então como algumas das objecções levantadas à teoria ingénua da regularidade podem ser acomodadas. A teoria MRL permite distinguir entre regularidades acidentais e leis da natureza. Regularidades acidentais, ainda que sejam proposições universais, não são leis da natureza, porque não fazem parte de um melhor sistema. Por exemplo, não se constituem como os axiomas mais simples. A regularidade acidental, acima focada, segundo a qual todos os pedaços de ouro têm uma massa inferior a 1000 kg, não é uma lei da natureza, porque não é um axioma da melhor sistematização. As regularidades pouco exemplificadas, unicamente exemplificadas ou não exemplificadas de todo, podem ser ou não leis da natureza, consoante sejam ou não axiomas da melhor sistematização. Por exemplo, a lei de Bode não é uma lei da natureza, porque a lei da gravitação é uma lei mais simples e mais informativa que aquela outra. A lei de Bode, quando muito, apenas seria válida para alguns planetas do sistema solar, enquanto a lei da gravitação é válida para todos os planetas do Universo e, mais globalmente, para todo o fenómeno gravitacional. Por sua vez, a primeira lei de Newton (uma lei vácuca), supostamente, é uma lei da natureza porque a sua inclusão no sistema axiomático de leis melhora a força deste. O problema das leis funcionais é também acomodado: os pontos de um gráfico são unidos pela linha mais *simples* que captura toda a *informação*.

Geralmente, a teoria MRL, tal como as sofisticacões externas da teoria ingénua da regularidade, é acusada de psicologismo e subjectivismo. *Simplicidade* e *força (informação)* são noções vagas e, pelo menos, paroquiais. O que a alguns pode parecer simples e informativo a outros pode parecer complexo e obscuro. Porém, esta subjectividade é contrária à intuição segundo a qual as leis da natureza são entidades objectivas e independentes de nós. Acresce que é conflituoso conjugar simplicidade e informação num sistema, pois estas duas noções são contrárias entre si. Aparentemente, um sistema mais simples ten-

de a ser menos informativo, e reciprocamente. Finalmente, noutra mundo possível, pessoas diferentes das do mundo actual estipulariam leis diferentes das leis actuais, uma vez que pessoas de mundos diferentes têm noções de simplicidade, força e conjugação com significados diferentes.

Primeiramente, Lewis (1986: 123) começou por defender uma rigidificação dos termos em causa: noutros mundos possíveis, caso as nossas formas de pensar fossem diferentes das actuais, as noções de simplicidade, força e conjugação seriam as mesmas do mundo actual. Posteriormente, Lewis (1994: 479) defendeu que o problema da subjectividade não surge se a natureza for *amável* para nós. Por exemplo, objectivamente, uma função linear é mais simples do que uma função quadrática. Pode-se objectar que não temos garantias que a natureza seja amável para nós, mas a verdade é que também não temos qualquer dado observacional disponível de que ela não seja assim.

A superveniência das leis da natureza sobre o mosaico humiano também é desafiada. Não parece implausível argumentar que pode haver dois mundos possíveis com o mesmo mosaico humiano e, no entanto, com leis da natureza diferentes. Argumentos em torno da não-superveniência das leis foram desenvolvidos por Tooley (1977: 669-672), Carroll 1990, (1994: 60-68) e Menzies 1993. Carroll 1990, por exemplo, considera dois mundos possíveis,  $m_1$  e  $m_2$  contendo apenas partículas  $X$  e campos  $Y$ . No mundo  $m_1$  é uma lei da natureza que todas as partículas  $X$  têm *spin* para cima, enquanto no mundo  $m_2$  é uma lei da natureza que todas as partículas  $X$  têm *spin* para baixo. Temos dois mundos possíveis iguais, isto é, com um mesmo mosaico humiano, e com leis diferentes.

Os defensores da teoria MRL podem replicar que estas experiências de pensamento são baseadas em mundos possíveis que não existem de todo, uma vez que não há mundos com leis da natureza diferentes. Beebe 2000 refina esta réplica, considerando que os contra-exemplos baseados em mundos possíveis fundamentam-se na intuição segundo a qual a teoria MRL supõe que as leis da natureza *governam* o mosaico humiano. Porém, tal suposição é rejeitada pelos humianos. Para estes, as leis da natureza apenas descrevem os acontecimentos do mundo.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Em Armstrong (1983: 66-73) encontra-se uma discussão mais exaustiva de

## 5 Relações entre universais

Consideremos agora uma teoria não-humiana (ou semi-humana) também conhecida por *teoria DTA*. Dretske 1977, Tooley 1977 e Armstrong 1983 defendem que as leis da natureza são relações contingentes entre universais.<sup>7</sup> Em seguida, foco-me na versão defendida por Armstrong.

Formalmente esta concepção é assim estabelecida: 1) é uma lei que  $F$ s são  $G$ s; 2)  $F$  e  $G$  são universais; 3) postula-se uma relação de necessitação não-lógica ou contingente entre  $F$  e  $G$  que estabelece um estado de coisas, simbolizado por ' $N(F, G)$ '. A necessidade nómica de  $N$  é considerada primitiva e  $N(F, G)$  é um universal de 2ª ordem (o único universal de 2ª ordem admitido por Armstrong).  $N(F, G)$  envolve universais de 1ª ordem ( $F$  e  $G$ ), subsumidos num universal de 2ª ordem ( $N$ ).  $N(F, G)$ , a lei, é assim considerada como sendo um universal diádico de 2ª ordem. Por exemplo, se um particular  $a$  é  $F$ , então  $a$  também é  $G$ , em virtude da lei  $N(F, G)$ . As leis, enquanto relações entre universais, são assim consideradas como abstrações de particulares que exemplificam esses universais. A relação entre as leis da natureza e as regularidades é dada pela relação seguinte:  $N(F, G) \rightarrow \forall x (Fx \rightarrow Gx)$ . Mas a conversa não se obtém, ou seja, uma regularidade observada não é necessariamente uma lei da natureza. Pelo contrário, as leis da natureza governam as regularidades.

As leis da natureza são relações irreduzíveis entre universais. Será que estas relações são necessárias (obtidas em todos os mundos possíveis)? Suponhamos que um particular  $a$  precede um particular  $b$ . Geralmente, admitimos que este estado de coisas de 1ª ordem, a relação entre  $a$  e  $b$  ( $R(a, b)$ ) podia ter sido diferente do que é. Mas, no caso de estados de coisas de 2ª ordem, uma lei da natureza ( $N(F, G)$ ), geralmente inclinamo-nos a pensar que este estado de coisas não poderia ter sido diferente do que é. Contrariamente, Armstrong argumenta que, quer  $R(a, b)$ , quer  $N(F, G)$ , são estados de coisas contingentes.

A teoria DTA, ao ser fundamentada numa teoria metafísica, evita

objecções à teoria MRL.

<sup>7</sup> Para uma variante desta concepção ver Swoyer 1982, segundo a qual leis da natureza são relações não-contingentes de propriedades, isto é, são relações metafisicamente necessárias.

muitas das objecções anteriormente levantadas à teoria ingénua da regularidade e à teoria MRL, uma vez que as objecções anteriores são objecções epistémicas contra teorias epistémicas sobre as leis da natureza. Geralmente, os problemas mais salientes que reemergem são aqueles que afectam a teoria de universais de Armstrong, como, por exemplo, a rejeição de universais não exemplificados.<sup>8</sup> Porém, não vale pena estar a coçar onde não há (quase) comichão. A literatura contemporânea tem-se centrado nas objecções seguintes.

Em Lewis (1999: 40) e van Fraassen (1989: 96) são levantados dois problemas à teoria DTA: o problema da identificação e o problema da inferência. O problema da identificação incide sobre o termo primitivo *necessitação*. Retoricamente, o que significa *necessitação*? Para um humiano esta noção é misteriosa e suspeita, uma vez que é algo que não podemos ver nem testar. Parece que a noção de regularidade é suficiente para explicar o que observamos e, por parcimónia, não devemos postular entidades desnecessárias. O problema da inferência é justamente respeitante à inferência  $N(F, G) \rightarrow \forall x (Fx \rightarrow Gx)$ . Sabendo que um universal se conecta necessariamente com outro, como podemos então inferir alguma coisa acerca das coisas (observáveis) do mundo actual?

Armstrong 1993, (1978: 162-166) considera que podemos obter conhecimento de necessidades nómicas, pois essa é uma relação causal entre universais de primeira ordem. Relações causais são epistemicamente acessíveis, logo necessidades nómicas também são epistemicamente acessíveis. Este conhecimento alcança-se por intermédio da ciência. Esta resposta ao primeiro problema resolve também o segundo problema. Se as necessidades nómicas são relações causais, então causalmente produzem efeitos sobre as coisas (observáveis) do mundo actual.

O quiditismo é uma outra objecção importante que se levanta à teoria DTA. *Grosso modo*, a objecção reside no conjunto de ideias seguinte. À luz da teoria DTA, as leis da natureza são totalmente distintas das coisas que elas governam. Estas leis apenas relacionam propriedades das coisas, não havendo qualquer relação intrínseca entre as leis e as propriedades das coisas. Na relação  $N(F, G)$ ,  $N$  relaciona,

<sup>8</sup> Armstrong (1983: 99-107) sintetiza as réplicas desta teoria às objecções anteriormente levantadas às teorias regularistas.

nómica e contingentemente, as propriedades  $F$  e  $G$ ; não há nada na essência das propriedades  $F$  e  $G$  que faça ou que seja uma lei que  $N(F, G)$ . Por outras palavras, noutros mundos possíveis as leis podem ser outras que não as leis actuais. Mas parece implausível que propriedades iguais possam ser regidas por leis diferentes.

No mundo actual, por exemplo, os corpos macroscópicos, como pedras, planetas ou estrelas, têm a propriedade de serem massivos. Suponhamos que a lei da gravitação de Newton é uma lei da natureza. Tal lei estabelece que corpos massivos se atraem, em função da sua massa e do quadrado da distância entre si. Ora, o carácter contingente das leis, associado à teoria DTA, é consistente com a ideia de haver outros mundos possíveis nos quais a correspondente lei da gravitação seja diferente da lei do mundo actual. Noutro mundo possível, a lei da gravitação (correspondente à lei de gravitação do mundo actual) pode estabelecer, por exemplo, que os corpos massivos se *repelam*, em função da sua massa e do quadrado da distância entre si. A questão que se levanta é de como explicar que os papéis causais de propriedades, como a propriedade de os corpos macroscópicos terem massa, se podem modificar consoante o mundo possível considerado.

Do ponto de vista da teoria DTA, uma tentativa de resposta ao quiditismo alega que as propriedades têm essências acima dos seus papéis causais. Assim sendo, as propriedades podem modificar os seus papéis causais consoante o mundo possível considerado. Por exemplo, no mundo actual, os corpos macroscópicos têm a propriedade de serem massivos, que causalmente se manifesta pela atracção de outros corpos massivos (macroscópicos); noutro mundo possível, esta mesma propriedade pode manifestar-se, digamos, pela repulsão de outros corpos massivos (macroscópicos).

## 6 Teoria essencialista

A objecção do quiditismo é ultrapassada pela defesa de uma noção mais robusta de necessidade – a necessidade metafísica (Elder 1994; Swoyer 1982; Ellis 2001, 2002; Ellis e Lierse 1994; Bird 2007; Molnar 2003; Harré e Madden 1975). A conexão entre as propriedades das coisas é uma conexão metafisicamente necessária, em vez de se tratar de uma conexão apenas nomicamente necessária, uma conec-

xão que se fundamenta na própria natureza das coisas. A necessidade é *de re*. As leis da natureza são leis necessárias e não leis contingentes; as propriedades conectadas, descritas pelas leis da natureza, encontram-se conectadas em todo e qualquer mundo possível. Por exemplo, electrões repelam-se, em qualquer mundo possível; é metafisicamente impossível haver electrões que não se repelassem. E a ideia segundo a qual podemos imaginar um mundo possível com electrões que não se repelam é uma ideia falsa, porque a imaginação não é, em geral, um método fiável para determinar o que é possível ou impossível. Esta concepção é geralmente designada de *essencialismo*.<sup>9</sup>

Os essencialistas partem da intuição de que determinados objectos e acontecimentos, mais precisamente, tipos naturais, têm propriedades essenciais que são descritas por leis da natureza (aqui sigo a concepção de Brian Ellis 2001). Estas leis verificam-se em qualquer mundo possível que contenha os mesmo tipos naturais que o mundo actual. Esta concepção apela a noções metafísicas – *propriedade essencial* e *tipo natural* – intimamente relacionadas e que passo a elucidar. Uma propriedade *P* diz-se uma propriedade essencial de uma coisa *x* no sentido de que essa coisa *x* deixaria de ser o que é, caso deixasse de ter a propriedade *P*. Conversamente, se uma coisa *x* adquire uma propriedade essencial *P*, então essa coisa *x* faz parte das coisas que têm a propriedade essencial *P*. As espécies biológicas ou os elementos químicos são tidos como paradigmas de *tipos naturais*. A ideia básica de um *tipo natural* é de que há divisões na natureza, independentes de nós e da nossa linguagem; um tipo natural é uma colecção de entidades que estabelece divisões na natureza. Coisas do mesmo tipo natural têm propriedades intrínsecas que as tornam parte desse tipo natural. A conexão entre propriedade essencial e tipo natural sintetiza-se num famoso exemplo de Saul Kripke (1980: 123): o ouro (tipo natural) tem o número atómico 79 (propriedade essencial) e nada pode ser ouro sem ter o número atómico 79. Esta concepção permite estabelecer uma ordenação hierárquica das leis da natureza resultante da própria ordenação hierárquica dos tipos naturais. Há leis gerais que se aplicam a todas as coisas e processos físicos, como,

<sup>9</sup> No essencialismo podemos encontrar posições realistas e posições anti-realistas relativamente às leis da natureza. Por exemplo, Ellis 2006 assume uma posição anti-realista; Bird 2007 assume uma posição realista.

por exemplo, a lei de conservação da energia. Por sua vez, há leis não-globais que apenas se aplicam a determinados tipos de substâncias ou campos, como, por exemplo, as leis electromagnéticas.

A ideia segundo a qual algumas das propriedades essenciais são propriedades disposicionais conduz à concepção chamada de *essencialismo disposicional*. Diz-se que um objecto tem uma propriedade disposicional quando manifesta sempre o mesmo comportamento em virtude de um mesmo estímulo. Por exemplo, dizemos que um objecto frágil quebra caso seja ligeiramente pressionado. A fragilidade de um objecto é uma propriedade disposicional que se manifesta pelo quebrar do objecto quando sujeito a uma pressão (estímulo). Assim, algo é frágil se, e só se, tem a propriedade da fragilidade.

Algumas das objecções anteriores às outras teorias são *mutatis mutandis* levantadas ao essencialismo. Por exemplo, alega-se que noção de *essência* é uma noção obscura e não parece haver maneira de distinguir propriedades essenciais de propriedades acidentais (Mumford (2004: 105, 116-118), 2005).<sup>10</sup> Esta objecção explana-se nos termos seguintes. Uma entidade  $x$  é do tipo natural  $K$  se possuir uma propriedade essencial  $P$ , a propriedade tida por todas as entidades pertencentes ao tipo natural  $K$ . Ora, as entidades do tipo natural  $K$  podem ter outras propriedades acidentais, digamos, a propriedade acidental  $Q$ , para além da propriedade essencial  $P$ . Neste caso, como é então possível distinguir a propriedade essencial  $P$  da propriedade acidental  $Q$ , uma vez que todas as entidades do tipo  $K$  têm ambas as propriedades? As propriedades essenciais precisam de uma característica “extra”. Ellis 2005 replica que essa característica extra é, simplesmente, o poder causal explicativo. As propriedades essenciais são propriedades intrínsecas das coisas que são independentes das circunstâncias e derivam do sucesso preditivo auferido pela sua postulação no âmbito do empreendimento científico. São propriedades *a posteriori* e, como tal, são refutáveis empiricamente, mas se são propriedades de facto exemplificadas por algo, então são exemplificadas

<sup>10</sup> Outras objecções incidem sobre outros aspectos do essencialismo: o problema do papel dos universais no essencialismo (Heil 2005); o problema dos poderes causais em propriedades fundamentais (Heil 2005, Bird 2005, Shoemaker 1998, 1980); o problema respeitante a contrafactuais condicionais (Bigelow 1999), Lange 2004; problemas respeitantes ao meinonguianismo (Armstrong 1999a, 1999b).

em qualquer mundo possível pelo objecto em questão.

### 7 Leis *ceteris paribus*

A concepção de Nancy Cartwright 1983, 1989, 1999 é uma concepção próxima da concepção do realismo sem-leis. Por um lado, a concepção não é completamente humiana, porque, embora seja uma concepção empirista, rejeita a ideia humiana segundo a qual não há leis causais ou capacidades acima das regularidades da natureza. Por outro lado, a concepção não é completamente não-humiana, porque, embora seja uma concepção que assume entidades acima das regularidades, rejeita a ideia necessitarista segundo a qual essas entidades sejam leis da natureza metafísicas que governam as regularidades da natureza. Ontologicamente, esta é uma concepção parcialmente anti-realista ou, à falta de melhor designação, uma forma de realismo local, onde o valor de verdade das leis da natureza depende das regiões de espaço-tempo em consideração.

Para Cartwright, o conceito *leis da natureza* apenas tem uma denotação epistémica, pretende referir as leis empíricas da ciência, em particular, as leis da física fundamental e da economia. Porém, estas leis não podem ser afirmadas como leis universalmente válidas. Todas as leis da natureza são leis *ceteris paribus*, isto é, têm condições restritivas sobre a sua validade – “a big *ceteris paribus* clause” (Cartwright (2002: 242)). Deste modo, as leis da natureza apenas são verdadeiras em circunstâncias restritas, no âmbito das chamadas *máquinas nomológicas*.

Uma máquina nomológica é um modelo, em geral, artificialmente criado, como as experiências laboratoriais, com vista a reproduzir regularidades (que não têm excepções). Fora de uma máquina nomológica, as leis da natureza são falsas. Porém, ao restringir a validade das leis da natureza às máquinas nomológicas, segue-se que tais leis perdem muito do seu poder explicativo. Por exemplo, alegadamente, a segunda lei de Newton explica a queda de uma folha de papel, mas quando isolada de todos os outros factores causais como o atrito do ar, a putativa carga eléctrica da folha, a acção gravítica de outros corpos, etc. Portanto, a segunda lei de Newton é uma lei literalmente falsa. Apenas em condições laboratoriais artificiais ou numa situação idealizada é que essa lei pode ser considerada verdadeira.

No interior de uma máquina nomológica há regularidades e o acaso não emerge. Porquê? No interior de uma máquina nomológica há leis causais acima das regularidades observadas, provenientes de *capacidades* que governam essas leis causais. As coisas da natureza têm capacidades, isto é, propriedades que se manifestam de uma forma muito variada (por isso, são diferentes das disposições) mas que, no âmbito de uma mesma máquina nomológica, manifestam-se de uma mesma forma. Por exemplo, o átomo de Hélio, quando isolado, é um átomo estável, porque faz parte da natureza dos electrões, prótons e neutrões manterem-se estáveis sob determinada configuração atómica, como é o caso da combinação 2-2-2 do átomo de Hélio. Porém, noutro contexto de não-isolamento, nada sabemos acerca do comportamento de um átomo de Hélio.

O fundamentalismo (Hofer 2008; Menzies (2002: 269)) é uma concepção oposta à concepção de Cartwright. O fundamentalismo considera que há leis fundamentais *universais* que governam a natureza, independentemente de qual seja a sua natureza metafísica (regularidades, necessidades, disposições, etc.). Estas leis aplicam-se à totalidade das coisas existentes e são válidas em qualquer tempo ou espaço. Por exemplo, supostamente, a segunda lei de Newton aplica-se a uma folha de papel em queda livre e, caso conhecêssemos a direcção, sentido e magnitude de todas as forças que actuam na folha, conseguiríamos, em qualquer circunstância, prever a sua trajectória. Ou seja, a queda de uma folha de papel é governada pela mesma lei independentemente do local (máquina nomológica ou não) de queda. Cartwright 2008 replica que o fundamentalismo é, quando muito, uma hipótese, mas não é uma hipótese simples. Primeiro, não é simples determinar todos os efeitos e causas das coisas; segundo, os conceitos das nossas teorias têm condições muito restritas de aplicação. A natureza pode ou não obedecer ao fundamentalismo. Porém, Cartwright (1999: 31) considera que, à luz da prática científica, a natureza é pluralista: em domínios diferentes, a natureza é governada por leis diferentes.

A noção de capacidade é também problemática (Paul 2002; Menzies 2002). Sendo as capacidades propriedades das coisas, por que razão não se manifestam elas em qualquer circunstância? Como determinamos se uma asserção acerca de capacidades é verdadeira ou falsa? Cartwright 2002 replica que, para se manifestarem, algumas

capacidades necessitam de um estímulo ou então de circunstâncias particulares. Todavia, há capacidades, por exemplo a capacidade de atracção gravítica, que se repetem nas mais variadas circunstâncias. Por sua vez, a determinação do valor de verdade das asserções acerca de capacidades decorre, simplesmente, da própria investigação científica.

## 8 Teorias anti-reducionistas

As teorias anti-reducionistas defendem que as leis da natureza não são redutíveis a qualquer outra entidade mas também não são super-venientes relativamente ao mosaico de acontecimentos. À luz do anti-reducionismo, as tentativas reducionistas acerca de, por exemplo, universais ou essências são vistas como *ignotum per ignotus*. Consideremos as concepções anti-reducionistas de Mark Lange, Tim Maudlin e John Carroll.

Marc Lange 2000, 2009 defende que as leis da natureza emergem a partir de “factos conjuntivos” (contrafactuais), sendo estes factos assumidos como ontologicamente primitivos.

Consideremos o princípio de preservação nómica:

*m* is a law if and only if in any context  $p \square \rightarrow m$  holds for any  $p$  that is logically consistent with all of the  $n$ 's (taken together) where it is a law that  $n$ . (Lange 2009: 20)

(sendo  $p \square \rightarrow m$  a condicional contrafactual, segundo a qual se  $p$  tivesse sido o caso, então  $m$  teria sido o caso). Este princípio captura a diferença entre regularidades acidentais e leis da natureza, considerando que as leis são preservadas segundo situações contrafactuais. Por exemplo, a lei de que todos os objectos de cobre conduzem electricidade é contrafactualmente preservada em qualquer situação consistente com as leis da natureza. Porém, a regularidade accidental, segundo a qual que todos os pedaços de ouro têm uma massa inferior a 1000 kg, não é preservada na situação contrafactual em que um hipotético magnata decidisse derreter uma enorme quantidade de ouro para construir um lingote de mais de 1000 kg. Tal situação contrafactual não viola qualquer lei da natureza.

O princípio de preservação nómica tem problemas de trivialidade, arbitrariedade e circularidade (e.g. teríamos de antemão saber

quais são as leis  $n$ 's) Com vista a ultrapassar estes problemas, Lange estende o princípio de preservação nómica a todo o conjunto de verdades sub-nómicas. Uma verdade sub-nómica é um enunciado acerca de um facto sub-nómico. Um facto sub-nómico é um facto que pode ser governado por uma lei, mas ele próprio não é uma lei. Por exemplo, é um facto sub-nómico que todas as cargas de mesmo sinal se repelam e, por sua vez, este facto é governado pela lei segundo a qual todas as cargas de mesmo sinal se repelam. Uma noção importante nesta teoria é a noção de *estabilidade sub-nómica*. Um conjunto de verdades sub-nómicas é sub-nomicamente estável se, e só se, todos os elementos desse conjunto seriam ainda realizados perante qualquer suposição sub-nómica contrafactual que não contradiz o conjunto (Lange (2009: 29)). As leis da natureza são então definidas como sendo o maior conjunto não-maximal e sub-nomicamente estável, onde um conjunto é não-maximal se não incluir todas as verdades sub-nómicas.

Tim Maudlin 2007 defende que as leis da natureza são entidades ontologicamente primitivas, quer na realidade física, quer nos nossos esquemas conceptuais. Para Maudlin, um aspecto fulcral para qualquer teoria sobre leis da natureza é que tal teoria consiga dar conta das noções de *possibilidade*, *contrafactual* e *explicação*. Vejamos, brevemente, como é que, à luz do primitivismo, estas noções são acomodadas.

*Possibilidade*. As leis da natureza determinam uma classe de modelos. Estes modelos são mundos possíveis que proporcionam as condições de verdade para afirmações sobre possibilidade ou necessidade nómica. As leis da natureza são nomicamente necessárias, uma vez que se verificam em todos os modelos. O que é fisicamente possível é justamente aquilo que pode ocorrer num qualquer modelo determinado pelas leis da natureza.

*Contrafactuais*. Consideremos a situação contrafactual segundo a qual se a bomba largada em Hiroshima fosse de titânio, em vez de urânio, então a bomba não teria explodido. Maudlin considera a seguinte receita para avaliação desta e outras contrafactuais do mesmo género. Passo 1: considerar a superfície de Cauchy e o valor das magnitudes físicas do mundo actual para o instante de tempo em que a bomba é largada. Passo 2: construir uma superfície de Cauchy, como a anterior, onde as magnitudes físicas são modificadas na medida em

que a bomba é composta por titânio, em vez de urânio. Passo 3: as leis da natureza, que operam nesta nova superfície de Cauchy, geram um modelo em que a bomba não explode. Baseado nesta receita, Maudlin conclui que se as leis da natureza são correctas, então esta contrafactual, bem como outras do mesmo género, são verdadeiras.

*Explicação.* Uma história-do-mundo é um estado de coisas sobre tudo o que acontece ao longo do tempo num mundo possível. Uma história-inicial-do-mundo é um estado de coisas sobre tudo o que acontece num instante de tempo ‘inicial’ num mundo possível. Uma estrutura nómica é a relação entre uma história-inicial-do-mundo e uma história-do-mundo se, e só se, a história-do-mundo é uma continuação da história-inicial-do-mundo que é permitida pelas leis que governam o mundo. Maudlin (2007: 34) considera que o lado esquerdo da bicondicional explica o lado direito da bicondicional, ou seja, as leis da natureza são entidades primitivas que definem e explicam as estruturas nómicas.

John Carroll 2008 defende que as leis da natureza se explicam por intermédio da própria natureza, isto é,  $L$  é uma lei da natureza se, e só se,  $L$  é uma regularidade causada pela natureza. No entanto, a *natureza* não é tomada como sendo formada pelos objectos ou acontecimentos do espaço-tempo. A natureza é a variedade do espaço-tempo. As leis da natureza distinguem-se de regularidades acidentais, ainda que se trate de regularidades universais, em virtude do que há ou não na própria natureza. Por exemplo, não há pedaços de ouro com uma massa superior a  $10^9$  quilos, porque na natureza, em particular, em virtude das condições iniciais do universo, não há tal quantidade de ouro; por sua vez, o princípio da teoria da relatividade, segundo o qual nenhuma partícula viaja a uma velocidade superior à velocidade da luz, supostamente, é uma lei da natureza em virtude da própria natureza.

Tanto quanto sei, o aspecto mais fundamental do anti-reducionismo – o primitivismo – não tem sido discutido na literatura contemporânea. As objecções têm incidido sobre aspectos secundários como o da não-superveniência. Por exemplo, Beebe 2000 discute Carroll 1990, 1994 e Loewer discute Carroll 1994 e Maudlin 2007. Uma excepção a este panorama geral é a discussão de Psillos (2002: 198-206) sobre Lange 2000.

## 9 Teorias anti-realistas

Vários autores negam a existência de leis da natureza, mas por razões subtilmente diferentes. Em seguida, foco-me nas teorias anti-realistas de Stephen Mumford 2004, Ronald Giere 1995 e Bas van Fraassen 1989 (para outras formas de anti-realismo ver Wittgenstein (1995: 6.371), Blackburn 1984, 1990 e Ward 2002, 2003).

Mumford 2004 defende uma teoria metafísica de realismo sem-leis que nega a existência de leis da natureza, alegadamente causadoras das regularidades observadas, mas, contrariamente aos humanos, defende a existência de conexões necessárias na natureza, provenientes de propriedades modais. O argumento é baseado num “dilema central”. (1) As leis da natureza têm ou não um papel de governo. (2) Se têm um papel de governo, então essas leis são externas ou internas. (3) Se são externas, como a teoria DTA, então têm o problema de explicar a relação entre as leis e aquilo que é governado por elas e têm o problema do quiditismo. (4) Se são internas, como a teoria da essencialista, então é implausível que tais leis sejam reduutíveis àquilo que pretendem governar. Conclusão: as leis da natureza não têm qualquer papel de governo e, como tal, não há tais leis.

Giere 1995 e van Fraassen 1989 defendem um anti-realismo *tout court* onde, contrariamente a Mumford, não é avançada qualquer outra entidade que, supostamente, substitui o papel desempenhado pelas leis da natureza relativamente às regularidades. Para eles, o conceito *leis da natureza* é um anacronismo. O conceito foi fundamental para a física do século XVII mas praticamente desapareceu da ciência contemporânea. Mas se este conceito é um vestígio do passado, então para quê perguntar o que é uma lei da natureza? Na mesma linha, Quine 1969 considera que, apesar da verdade factual de que há regularidades, é obscuro perguntar por que razão há regularidades? Ora, se o conceito *leis da natureza* não faz parte da prática científica actual, parece que os metafísicos analíticos contemporâneos andam equivocados. Porém, van Fraassen e Giere, tal como Cartwright, consideram que há necessidades *causais* no mundo natural.

Van Fraassen nega a existência de leis da natureza e as postulações “esotéricas” florescentes na metafísica analítica contemporânea como universais, tipos naturais, essências, disposições, mundos possíveis, etc. No seu entender, o que importa esclarecer são os conceitos fun-

damentais das teorias científicas contemporâneas como simetria, transformação e invariância. As teorias científicas, que abusivamente são chamadas de *leis da natureza*, são consideradas como modelos ou estruturas que se relacionam isomorficamente com o mundo natural. Por sua vez, Giere refina esta ideia considerando que as teorias científicas são princípios para construir modelos abstractos que representam, mas não-isomorficamente, o comportamento de alguns acontecimentos do mundo natural. Giere também exclui as leis *ceteris paribus*, enquanto supostas leis da natureza. Pois, contrariamente a Cartwright, mesmo no interior de uma máquina nomológica, tais leis são falsas. Acrescentar condições *ceteris paribus* a leis conhecidas com vista a torná-las verdadeiras é uma tarefa impossível, uma vez que a lei resultante acaba por ser uma lei vácuca que, como tal, nunca é exemplificada.

Bird (2007: 189-203) e Psillos 2006 desenvolvem ataques ao dilema central de Mumford. Bird centra o seu ataque na premissas (1) e (4), enquanto Psillos, que é bastante mais severo com o dilema, ataca as premissas (3) e (4). Bird argumenta que se as leis da natureza não têm qualquer papel de governo, não se segue que não haja leis da natureza; e, segundo, a sua concepção metafísica de potências, concepção internalista, parece conseguir acomodar o dilema central: há leis da natureza enquanto leis supervenientes relativamente a potências. Mumford 2006 replica que, embora as leis da natureza possam ser supervenientes em potências, tal propriedade não implica que existam leis da natureza metafisicamente substanciais. Psillos, por exemplo, relativamente à teoria DTA, considera que sendo  $N$  ( $F$ ,  $G$ ) uma relação contingente, isto é, noutros mundo possíveis  $N$  não governa  $F$  e  $G$ , não se segue que não se consiga explicar que  $N$  tenha um papel de governo no mundo actual, nomeadamente, para dar conta de contrafactuais. Psillos defende essa explicação; por sua vez, Mumford rejeita-a.

O fundamentalismo, enquanto doutrina baseada na crença de que há leis da natureza, apresenta-se, uma vez mais, como uma doutrina importante contra as concepções anti-realistas *tout court*. Consideremos, por exemplo, as objecções de Earman 1993 a van Fraassen. Embora Earman concorde com van Fraassen quanto à conexão entre as noções de *leis da natureza*, *invariância* e *simetria*, defende que a actividade científica consiste na procura de leis da natureza e das suas

implicações. É correcta a crítica de van Fraassen às concepções filosóficas que têm uma agenda sobre universais, necessidade, causalção, etc. que molda o próprio conceito *leis da natureza*. Porém, para Earman, daqui não se segue que não haja leis da natureza. O sentido da investigação deve ser oposto a aqueloutro. O conceito *leis da natureza* estrutura a própria prática científica. Van Fraassen 1993 replica que o projecto de investigação de Earman, na verdade, parte da pressuposição falsa de que há um conceito, nomeadamente, o conceito *leis da natureza*, que desempenha um papel na compreensão da própria prática científica. Pelo contrário, *simetria* e *invariância* são noções que desempenham um papel bastante mais iluminador, do que aqueloutro conceito, nessa compreensão.

## 10 Breve sortido de outras teorias

### *Probabilidades e propriedades*

Hugh Mellor 1991 defende a concepção de que todas as leis da natureza, determinísticas ou indeterminísticas, são incorporadas em propriedades e relações actuais. As propriedades são identificadas *a posteriori* por intermédio de teorias científicas formuladas através de *frases de Ramsey* (ver Ramsey (1978: capítulo 4) e Carnap (1966: capítulo 26)).

Para Mellor, todas as leis são leis probabilísticas, embora as leis determinísticas sejam leis com probabilidade 1 ou 0. Leis determinísticas são casos limites de leis indeterminísticas. Por sua vez, relativamente à noção de necessidade, as leis da natureza são contingentemente necessárias onde a necessidade em questão, contrariamente a noção de necessidade nómica da teoria DTA, resulta da noção de probabilidade [*chance*]. Por exemplo, no caso determinístico, a lei de que todos os *F*'s são *G*'s explica que todos os *F*'s sejam *G*'s, porque, inevitavelmente, qualquer *F* tem a probabilidade 1 de ser um *G*. Especificamente, a lei de que todos os *F*'s são *G*'s é constituída por três propriedades: a propriedade *F*, *G* e  $C_p(G)$ , onde  $C_p(G)$  é a probabilidade de *p* de *F* ser *G*. Por outras palavras, no caso de  $p = 1$ , qualquer coisa *x* que tenha a propriedade *F* e tenha a propriedade  $C_1(G)$ , então é *G*.

### *Resiliência e agência*

Peter Menzies 1993 considera que as leis da natureza são regularidades robustas ou resilientes que ocorrem em qualquer experiência actual ou possível. A resiliência explica-se por intermédio do conceito modal de possibilidade de ocorrência das nossas acções. Este é um conceito modal primitivo que todos nós temos, em virtude de sermos agentes que tomamos decisões. Perante uma hipotética sequência de acontecimentos, podemos verificar se as nossas acções podem ou não interferir nessa sequência. Por exemplo, sabemos que se nos direccionarmos contra um obstáculo, colidiremos com esse obstáculo; porém podemos interferir nessa sequência de acontecimentos e impedir a colisão com esse obstáculo, travando ou desviando-nos do obstáculo. Por sua vez, sabemos que não podemos impedir uma reacção em cadeia de urânio, depois de alcançado o valor de massa crítica, uma vez que, supostamente, há uma lei da natureza que assim o determina. Uma regularidade que não pode ser quebrada é uma regularidade resiliente – uma lei. Conversamente, se uma regularidade pode ser quebrada, então é uma regularidade acidental – não é uma lei.

Em síntese, as leis da natureza são assim definidas: é uma lei da natureza que todos os  $F$ 's são  $G$ 's se, e só se, (a) é experimentalmente necessário que todos os  $F$ 's são  $G$ 's e (b) não é logicamente necessário que todos os  $F$ 's são  $G$ 's. A inclusão de (b) apenas serve para distinguir necessidades lógicas e necessidades experimentais. As verdades lógicas, que se verificam em qualquer sequência de acontecimentos, não são leis da natureza.

### *Intervenção e estabilidade*

James Woodward 1992, 1997, 2000 analisa as leis da natureza em termos das noções de *contrafactuais de invariância* (ou *estabilidade*) e *intervenção*. As leis da natureza distinguem-se das generalizações acidentais em virtude de se manterem invariantes ou estáveis perante um largo espectro de intervenções. Por exemplo, consideremos a segunda lei de Newton e a generalização acidental que todos os pedaços de ouro têm uma massa inferior a 1000 kg. Tenho uma maçã dependurada; deixo-a cair; ela cai com uma aceleração constante.

Intervenção contrafactual: troco a maçã por uma banana e realizo a experiência num outro local da superfície terrestre. Deixo cair a banana; a banana cai com a mesma aceleração da maçã. Conclusão: a segunda lei de Newton mantém-se invariante ou estável face à intervenção. Por sua vez, o mesmo não acontece no caso do pedaço de ouro. Juntando muitos pedaços de ouro e derretendo-os, podemos fazer um enorme lingote de mais de 1000 kg. Conclusão: a generalização accidental não se mantém estável ou invariante perante uma situação contrafactual interventiva.

## 11 Análise custo/benefício

Uma forma de avaliarmos as teorias sobre leis da natureza é contrastá-las através de uma análise custo/benefício. De um lado, colocam-se os benefícios das teorias, isto é, o conjunto de problemas solucionados pelas teorias; do outro lado, colocam-se os custos das teorias, isto é, o conjunto de problemas que, supostamente, as teorias não conseguem solucionar. Por exemplo, Psillos (2002: 210-211) estabelece uma comparação entre a teoria MRL e a teoria DTA. Neste artigo, não apliquei tal metodologia avaliativa, porque me parece que a análise custo/benefício é um método de análise demasiado subjectivo e redutor. Custos e benefícios dependem muito da carteira filosófica de cada um, e as nossas intuições, para o melhor e para o pior, desempenham um papel na gestão dessa carteira. Por outras palavras, muito dificilmente se conseguirá estabelecer uma tabela consensual de custos/benefícios, respeitante às diferentes teorias filosóficas sobre leis da natureza.

Ilustremos a ideia anterior com um exemplo. A minha intuição é de que há coisas na natureza, supostamente, leis da natureza, que a ciência tenta descobrir e, neste sentido, a minha intuição sobre o assunto é fundamentalista. Em particular, em Castro 2012 defendi a concepção necessitarista de Armstrong 1983 contra Beebe 2011, argumentando que a concepção necessitarista temporalmente ilimitada é a nossa melhor explicação das regularidades observadas. Esta explicação permite ultrapassar o cepticismo indutivo inerente à tese regularista mas, em geral, alega-se que esta explicação tem o “custo” da obscuridade do termo *necessidade*.

Parece-me que o reclamado “custo” da obscuridade do termo *ne-*

cessidade, na verdade, não é um “custo”, mas uma característica da teoria DTA que está de acordo com a melhor prática das nossas teorias científicas. A postulação de termos primitivos é uma condição necessária para a fundamentação de teorias. As teorias científicas, como as teorias empíricas e as teorias matemáticas, por exemplo, são constituídas nos seus fundamentos por axiomas, postulados ou princípios. Alguns dos termos destas proposições fundamentais, necessariamente, são termos primitivos, sob pena de não cairmos numa regressão infinita. Um exemplo clássico advém dos fundamentos da geometria de Euclides, onde o termo *ponto* é assumido como um termo primitivo. Retoricamente, se as teorias científicas têm um “custo” para a sua fundamentação, por que razão as teorias filosóficas não deviam ter “custos” associados do mesmo tipo, sendo a filosofia um empreendimento contínuo com a ciência.<sup>11</sup>

Eduardo Castro

Departamento de Matemática, Universidade da Beira Interior  
LanCog Group, Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa

### Referências

- Armstrong, David. 1978. *A Theory of Universals: Volume 2: Universals and Scientific Realism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Armstrong, David. 1983. *What is a Law of Nature?* Cambridge: Cambridge University Press.
- Armstrong, David. 1993. The Identification Problem and the Inference Problem. *Philosophy and Phenomenological Research* 53 (2): 421-422.
- Armstrong, David. 1999a. Comment on Ellis. In *Causation and Laws of Nature*. Organizado por H. Sankey. Dordrecht: Kluwer.
- Armstrong, David. 1999b. The Causal Theory of Properties: Properties According to Shoemaker, Ellis, and Others. *Philosophical Topics* 26 (1/2): 25-37.
- Ayer, Alfred. 1998. What is a Law of Nature? In *Philosophy of Science: The Central Issues*. Organizado por M. Curd e J. A. Cover. New York: W.W. Norton.
- Beauchamp, Tom, e Alexander Rosenberg. 1981. *Hume and the Problem of Causation*. New York: Oxford University Press.
- Beebee, Helen. 2000. The Non-Governing Conception of Laws of Nature. *Philosophy and Phenomenological Research* 61 (3): 571-594. doi:10.2307/2653613.
- Beebee, Helen. 2011. Necessary Connections and the Problem of Induction. *Noûs* 45 (3): 504-527. doi:10.1111/j.1468-0068.2010.00821.x.

<sup>11</sup> **Agradecimento:** Agradeço a João Branquinho os comentários e sugestões, respeitantes a uma versão prévia deste artigo, que me possibilitaram melhorar o artigo.

- Bigelow, John. 1999. Scientific Ellisianism. In *Causation and Laws of Nature*. Organizado por H. Sankey. Dordrecht: Kluwer.
- Bird, Alexander. 2005. Laws and Essences. *Ratio* 18 (4): 437-461. doi:10.1111/j.1467-9329.2005.00304.x.
- Bird, Alexander. 2007. *Nature's Metaphysics: Laws and Properties*. Oxford: Oxford University Press.
- Blackburn, Simon. 1984. *Spreading the Word: Groundings in the Philosophy of Language*. New York: Oxford University Press.
- Blackburn, Simon. 1990. Hume and Thick Connexions. *Philosophy and Phenomenological Research* 50: 237-250. doi:10.2307/2108041.
- Braithwaite, Richard. 1953. *Scientific Explanation: A Study of the Function of Theory, Probabiliby and Law in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bromberger, Sylvain. 1966. Why-Questions. In *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*. Organizado por R. Colodny. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Carnap, Rudolf. 1966. *Philosophical Foundations of Physics*. New York: Basic Books, Inc.
- Carroll, John. 1990. The Humean Tradition. *The Philosophical Review* 99 (2): 185-219. doi:10.2307/2185489.
- Carroll, John. 1994. *Laws of nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carroll, John. 2008. Nailed to Hume's Cross? In *Contemporary Debates in Metaphysics*. Organizado por J. Hawthorne, T. Sider e D. Zimmerman. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Cartwright, Nancy. 1983. *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press.
- Cartwright, Nancy. 1989. *Nature's Capacities and Their Measurement*. New York: Oxford University Press.
- Cartwright, Nancy. 1999. *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cartwright, Nancy. 2002. Book Symposium, The Dappled World: A Study of The Boundaries of Science. *Philosophical Books* 43 (4): 241-243, 271-278. doi:10.1111/1468-0149.00269.
- Cartwright, Nancy. 2008. Reply to Carl Hoefer. In *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. Organizado por S. Hartmann, L. Bovens e C. Hoefer. New York: Routledge.
- Castro, Eduardo. 2012. Induction, Laws of Nature and Inference to the Best Explanation. In *VII Conference of the Spanish Society for Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Organizado por C. M. Vidal, J. Falguera, J. Saguillo, V. Verdejo e M. Pereira-Fariña. Santiago de Compostela: USC Press.
- Dretske, Fred. 1977. Laws of Nature. *Philosophy of Science* 44 (2): 248-268.
- Earman, John. 1993. In Defense of Laws. *Philosophy and Phenomenological Research* 53 (2): 413-419.
- Elder, Crawford. 1994. Laws, Natures, and Contingent Necessities. *Philosophy and Phenomenological Research* 54 (3): 649. doi:10.2307/2108585.
- Ellis, Brian. 2001. *Scientific Essentialism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ellis, Brian. 2002. *The Philosophy of Nature: A Guide to the New Essentialism*. Chesham: Acumen.
- Ellis, Brian. 2005. Universals, the Essential Problem and Categorical Properties. *Ratio* 18 (4): 462-472. doi:10.1111/j.1467-9329.2005.00305.x.
- Ellis, Brian. 2006. Looking for Laws: Review Symposium. *Metascience* 15: 437-469.
- Ellis, Brian, e Caroline Lierse. 1994. Dispositional Essentialism. *Australasian Journal of Philosophy* 72 (1): 27-45.
- Van Fraassen, Bas. 1989. *Laws and Symmetry*. Oxford: Oxford University Press.
- Van Fraassen, Bas. 1993. Armstrong, Cartwright, and Earman on Laws and Sym-

- metry. *Philosophy and Phenomenological Research* 53 (2): 431-44.
- Giere, Ronald. 1995. The Skeptical Perspective: Science without Laws of Nature. In *Laws of Nature: Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*. Organizado por F. Weinert. Berlin: Walter de Gruyter.
- Goodman, Nelson. 1983. *Fact, Fiction, and Forecast*. London: Harvard University Press.
- Harré, Rom, e Edward Madden. 1975. *Causal Powers: A Theory of Natural Necessity*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Heil, John. 2005. Kinds and Essences. *Ratio* 18 (4): 405-419. doi:10.1111/j.1467-9329.2005.00302.x.
- Hempel, Carl. 1968. Maximal Specificity and Lawlikeness in Probabilistic Explanation. *Philosophy of Science* 35 (2): 116-133.
- Hempel, Carl, e Paul Oppenheim. 1948. Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science* 15 (2): 135-175.
- Hofer, Carl. 2008. For Fundamentalism. In *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. Organizado por S. Hartmann, L. Bovens e C. Hofer. New York: Routledge.
- Hume, David. 2002. *Tratados Filosóficos - I Investigação sobre o Entendimento Humano*. Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda.
- Kripke, Saul. 1980. *Naming and Necessity*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lange, Marc. 2000. *Natural Laws in Scientific Practice*. New York: Oxford University Press.
- Lange, Marc. 2004. A Note on Scientific Essentialism, Laws of Nature, and Counterfactual Conditionals. *Australasian Journal of Philosophy* 82 (2): 227-241. doi:10.1080/713659835.
- Lange, Marc. 2009. *Laws and Lawmakers: Science, Metaphysics, and the Laws of Nature*. New York: Oxford University Press.
- Lewis, David. 1986. A Subjectivist's Guide to Objective Chance. In *Philosophical Papers: Volume II*. New York: Oxford University Press.
- Lewis, David. 1994. Humean Supervenience Debugged. *Mind* 103 (412): 473-490.
- Lewis, David. 1999. New Work for a Theory of Universals. In *Papers in Metaphysics and Epistemology: Volume 2*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lewis, David. 2001. *Counterfactuals*. Oxford: Blackwell.
- Mackie, John. 1962. Counterfactuals and Causal Laws. In *Analytical Philosophy*. Organizado por R. Butler. Oxford: Basil Blackwell.
- Maudlin, Tim. 2007. *The Metaphysics Within Physics*. New York: Oxford University Press.
- Mellor, Hugh. 1991. *Matters of Metaphysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Menzies, Peter. 1993. Laws of Nature, Modality and Humean Supervenience. In *Ontology, Causality, and Mind*. Organizado por J. Bacon, K. Campbell e L. Reinhardt. Cambridge: Cambridge University Press.
- Menzies, Peter. 2002. Capacities, Natures and Pluralism: A New Metaphysics for Science? *Philosophical Books* 43 (4): 261-270. doi:10.1111/1468-0149.00269.
- Mill, John. 1843. *A System of Logic*. London: Parker.
- Molnar, George. 2003. *Powers: A Study in Metaphysics*. Organizado por S. Mumford. New York: Oxford University Press.
- Mumford, Stephen. 2004. *Laws in Nature*. London: Routledge.
- Mumford, Stephen. 2005. Kinds, Essences, Powers. *Ratio* 18 (4): 420-436. doi:10.1111/j.1467-9329.2005.00303.x.
- Mumford, Stephen. 2006. Looking for Laws: Review Symposium. *Metascience* 15: 437-469.
- Nagel, Ernest. 1961. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Expla-*

- nation. New York: Harcourt, Brace & World.
- Paul, L. A. 2002. Limited Realism: Cartwright on Nature and Laws. *Philosophical Books* 43 (4): 244-253. doi:10.1111/1468-0149.00269.
- Popper, Karl. 1949. A Note on Natural Laws and So-Called "Contrary-to-Fact Conditionals". *Mind* 58 (229): 62-66.
- Psillos, Stathis. 2002. *Causation and Explanation*. Chesham: Acumen.
- Psillos, Stathis. 2006. Looking for Laws: Review Symposium. *Metascience* 15: 437-469.
- Quine, Willard. 1969. Natural Kinds. In *Ontological Relativity and Other Essays* 1. New York: Columbia University Press.
- Ramsey, Frank. 1978. *Foundations: Essays in Philosophy, Logic, Mathematics and Economics*. Organizado por H. Mellor. London: Routledge and Kegan Paul.
- Shoemaker, Sydney. 1980. Causality and Properties. In *Time and Cause*. Organizado por P. van Inwagen. Dordrecht: D. Reidel.
- Shoemaker, Sydney. 1998. Causal and Metaphysical Necessity. *Pacific Philosophical Quarterly* 79 (1): 59-77. doi:10.1111/1468-0114.00050.
- Skyrms, Brian. 1980. *Causal Necessity*. London: Yale University Press.
- Strawson, Galen. 1989. *The Secret Connexion: Causation, Realism, and David Hume*. New York: Oxford University Press.
- Swyer, Chris. 1982. The Nature of Natural Laws. *Australasian Journal of Philosophy* 60 (3): 203-223.
- Tooley, Michael. 1977. The Nature of Laws. *Canadian Journal of Philosophy*: 667-698.
- Ward, Barry. 2002. Humeanism without Humean Supervenience: A Projectivist Account of Laws and Possibilities. *Philosophical Studies* 107 (3): 191-218. doi:10.1023/A:1014583323702.
- Ward, Barry. 2003. Sometimes The World Is Not Enough: The Pursuit of Explanatory Laws in a Humean World. *Pacific Philosophical Quarterly* 84 (2): 175-197. doi:10.1111/1468-0114.00169.
- Wittgenstein, Ludwig. 1995. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Woodward, James. 1992. Realism About Laws. *Erkenntnis* 36 (2): 181-218.
- Woodward, James. 1997. Explanation, Invariance, and Intervention. *Philosophy of Science* 64: S26-S41.
- Woodward, James. 2000. Explanation and Invariance in the Special Sciences. *The British Journal for the Philosophy of Science* 51 (2): 197-254. doi:10.1093/bjps/51.2.197.
- Wright, John. 1983. *The Sceptical Realism of David Hume*. Manchester: Manchester University Press.