

IV

APRESENTANDO O FALSIFICACIONISMO

O falsificacionista admite livremente que a observação é orientada pela teoria e a pressupõe. Ele também abandona com alegria qualquer afirmação que fazem supor que as teorias podem ser estabelecidas como verdadeiras ou provavelmente verdadeiras à luz da evidência observativa. As teorias são interpretadas como conjecturas especulativas ou suposições criadas livremente pelo intelecto humano no sentido de superar problemas encontrados por teorias anteriores e dar uma explicação adequada do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo. Uma vez propostas, as teorias especulativas devem ser rigorosa e inexoravelmente testadas por observação e experimento. Teorias que não resistem a testes de observação e experimentais devem ser eliminadas e substituídas por conjecturas especulativas ulteriores. A ciência progride por tentativa e erro, por conjecturas e refutações. Apenas as teorias mais adaptadas sobrevivem. Embora nunca se possa dizer legitimamente de uma teoria que ela é verdadeira, pode-se confiantemente dizer que ela é a melhor disponível, que é melhor do que qualquer coisa que veio antes.

1. Uma particularidade lógica para apoiar o falsificacionista

De acordo com o falsificacionismo, algumas teorias podem se revelar falsas por um apelo aos resultados da observação e do experimento. Há uma particularidade simples, lógica que parece apoiar o falsificacionismo aqui. Eu já indiquei no Capítulo II que, mesmo se considerarmos que proposições de

65

observação verdadeiras nos são disponíveis de alguma maneira, nunca é possível chegar a leis e teorias universais por deduções lógicas apenas com base nisto. Por outro lado, é possível realizar deduções lógicas partindo de proposições de observação singulares como premissas, para chegar à falsidade

de leis e teorias universais por dedução lógica. Por exemplo, se nos é dada a afirmação “Um corvo, que não era preto, foi observado no local x no momento m ”, deduzir logicamente disto que “Todos os corvos são pretos” é falso. Isto é, o argumento

Premissa Um corvo, que não era preto, foi observado
no local x no momento n .

Conclusão Nem todos os corvos são pretos.

é uma dedução logicamente válida. Se a premissa é afirmada e a conclusão negada, há uma contradição. Um ou dois exemplos a mais podem ajudar a ilustrar este ponto lógico razoavelmente trivial. Se puder ser estabelecido por observação em algum teste experimental que um peso de 10 kg e outro de 1 kg em queda livre se movem para baixo mais ou menos à mesma velocidade, então, pode-se concluir que a afirmação de que os corpos caem a velocidades proporcionais aos seus pesos é falsa. Se puder ser demonstrado sem margem de dúvida que um raio de luz passando próximo ao sol é desviado num percurso encurvado, então não é certo que a luz necessariamente viaja em linhas retas.

A falsidade de afirmações universais pode ser deduzida de afirmações singulares disponíveis. O falsificacionista explora ao máximo esta particularidade lógica.

2. A falsificabilidade como um critério para teorias

O falsificacionista vê a ciência como um conjunto de hipóteses que são experimentalmente propostas com a finalidade de descrever ou explicar acuradamente o comportamento de algum aspecto do mundo ou do universo. Todavia, nem toda hipótese fará isto. Há uma condição fundamental que toda hipótese ou sistema de hipóteses deve satisfazer para ter garantido o *status*

66

de lei ou teoria científica. Para fazer parte da ciência, uma hipótese deve ser *falsificável*.

Eis alguns exemplos de algumas afirmações simples que são falsificáveis no sentido pretendido:

1. Nunca chove às quartas-feiras.
2. Todas as substâncias se expandem quando aquecidas.

3. Objetos pesados, como um tijolo, quando liberados perto da superfície da Terra, caem diretamente para baixo se não forem impedidos.
4. Quando um raio de luz é refletido de um espelho plano, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

A afirmação (1) é falsificável porque ela pode ser falsificada com a observação de chuva caindo numa quarta-feira. A afirmação (2) é falsificável. Ela pode ser falsificada por uma propo

sição de observação para o efeito de que alguma substância x não se expande quando aquecida no tempo t . A água perto de seu ponto de congelamento serviria para falsificar (2). Tanto (1) como (2) são falsificáveis e falsas. As afirmações (3) e (4) podem ser verdadeiras, pelo que sei. Não obstante, elas são falsificáveis no sentido tencionado. É logicamente possível que o próximo tijolo solto “caia” para cima. Não há contradição lógica envolvida na afirmação “O tijolo cairá para cima quando liberado”, embora possa ser que uma tal afirmação jamais seja apoiada pela observação. A afirmação (4) é falsificável porque um raio de luz incidente sobre um espelho em ângulo oblíquo poderia concebivelmente ser refletido numa direção perpendicular ao espelho. Isso nunca ocorreria se a lei da reflexão por acaso for verdadeira, mas nenhuma contradição lógica estaria envolvida se fosse o caso. Tanto (3) como (4) são falsificáveis, ainda que possam ser verdadeiras.

Uma hipótese é falsificável se existe uma proposição de observação ou um conjunto delas logicamente possíveis que são inconsistentes com ela, isto é, que, se estabelecidas como verdadeiras, falsificariam a hipótese.

Eis aqui alguns exemplos de afirmações que não satisfazem este requisito e que, conseqüentemente, não são falsificáveis:

1. Ou está chovendo ou não está chovendo.

67

2. Todos os pontos num círculo euclidiano são eqüidistantes do centro.
3. A sorte é possível na especulação esportiva.

Nenhuma proposição de observação logicamente possível poderia refutar (5). Ela é verdadeira qualquer que seja o tempo. A afirmação (6) é necessariamente verdadeira devido à definição do círculo euclidiano. Se os pontos num círculo não fossem eqüidistantes de algum ponto fixo, então a figura simplesmente não seria um círculo euclidiano. “Todos os solteiros não são casados” é infalsificável por uma razão similar. A afirmação (7) é uma citação de um horóscopo de jornal. Ela tipifica a estratégia tortuosa do

vidente. A afirmação é infalsificável. Significa dizer ao leitor que, se ele fizer uma aposta hoje, ele poderá ganhar, o que permanece verdadeiro quer ele aposte ou não, e se ele apostar, quer ele ganhe ou não.

O falsificacionista exige que as hipóteses científicas sejam falsificáveis, no sentido que discuti. Ele insiste nisto porque é somente excluindo um conjunto de proposições de observação logicamente possíveis que uma lei ou teoria é informativa. Se uma afirmação é infalsificável, então o mundo pode ter quaisquer propriedades, pode se comportar de qualquer maneira, sem confutar com a afirmação. As afirmações (5), (6) e (7), diferentemente das afirmações (1), (2), (3) e (4), nada nos dizem a respeito do mundo. Uma lei ou teoria científica idealmente nos daria alguma informação sobre como o mundo de fato se comporta, eliminando assim as maneiras pelas quais ele poderia (é lógico) possivelmente se comportar mas de fato não o faz. A lei “Todos os planetas se movem em elipses ao redor do Sol” é científica porque afirma que os planetas de fato se movem em elipses e elimina órbitas que sejam quadradas ou ovais. Apenas porque a lei faz afirmações decisivas sobre as órbitas planetárias, ela tem conteúdo informativo e é falsificável.

Uma rápida olhada em algumas leis que podem ser vistas como componentes típicos de teorias científicas indica que elas satisfazem o critério de falsificabilidade. “Pólos magnéticos diferentes se atraem mutuamente”, “Um ácido acrescentado a uma base produz um sal mais água” e leis similares podem facilmente ser construídas como falsificáveis. Contudo, o falsificacionista mantém que algumas teorias, embora possam su-

68

perficialmente parecer ter as características de boas teorias científicas, são apenas teorias científicas simuladas porque não são falsificáveis e devem ser rejeitadas. Para Popper, pelo menos, algumas versões da teoria da história de Marx, a psicanálise de Freud e a psicologia adleriana sofrem desta falha. Isto pode ser ilustrado pela seguinte caricatura da psicologia adleriana.

Um princípio da teoria de Adler é o de que as ações humanas são motivadas por sentimentos de inferioridade de algum tipo. Em nossa caricatura isto é corroborado pelo seguinte incidente. Um homem está parado na margem de um rio traiçoeiro no instante em que uma criança cai no rio, próximo a ele. O homem pode ou não mergulhar no rio numa tentativa de salvar a criança. Se ele mergulhar, o adleriano responde indicando como isso corrobora sua teoria. O homem obviamente precisou superar seu sentimento de inferioridade demonstrando que era corajoso o suficiente para saltar no rio, a despeito do perigo. Se o homem não mergulhar, o adleriano pode também aí reivindicar

60

apoio para sua teoria. O homem estava superando seus sentimentos de inferioridade demonstrando que tinha a força para permanecer na margem, sem se perturbar, enquanto a criança se afogava.

Se esta caricatura é típica da maneira pela qual opera a teoria adleriana, então a teoria não é falsificável.⁽¹⁷⁾ Ela é consistente com qualquer tipo de comportamento humano e, exatamente por isto, nada nos diz sobre ele. É claro, antes da teoria de Adler ser rejeitada nestas bases, seria necessário investigar os detalhes da teoria em vez da caricatura. Mas há muitas teorias sociais, psicológicas e religiosas que despertam a suspeita de que, em sua preocupação de explicar tudo, elas não explicam nada. A existência de um Deus amoroso e a ocorrência de algum desastre podem ser tornadas compatíveis pela interpretação do desastre como tendo sido mandado para nos pôr à prova ou punir, o que for mais adequado à situação. Muitos exemplos de comportamento animal podem ser vistos como evidência corroborando a afirmação “Os animais são planejados de maneira a melhor preencherem a função para a

69

qual eles foram pretendidos”. Os teóricos que operam desta maneira são culpados da desonestidade dos videntes e estão sujeitos à crítica do falsificacionista. Se uma teoria deve ter conteúdo informativo, ela deve correr o risco de ser falsificada.

3. Grau de falsificabilidade, clareza e precisão

Uma boa lei ou teoria científica é falsificável porque faz afirmações decisivas sobre o mundo. Para o falsificacionista, quanto mais falsificável for uma teoria melhor ela será, num sentido bem elástico. Quanto mais uma teoria afirma, mais oportunidade potencial haverá para mostrar que o mundo de fato não se comporta da maneira como mostrado pela teoria. Uma teoria muito boa será aquela que faz afirmações bastante amplas a respeito do mundo, e que, em consequência, é altamente falsificável, e resiste à falsificação toda vez que é testada.

Isto pode ser ilustrado através de um exemplo trivial. Consideremos as duas leis:

¹⁷ Este exemplo seria perdido se houvesse meios de estabelecer o tipo de complexo de inferioridade possuído pelo homem em questão, independentemente de seu comportamento na margem do rio. A teoria não fornece escopo para isto e o exemplo é uma caricatura totalmente parcial.

(a) Marte se move numa elipse em torno do Sol.

(b) Todos os planetas se movem em elipses em torno de seus sóis.

Eu entendo que é claro que (b) tem *status* mais elevado que (a) enquanto conhecimento científico. A lei (b) nos fala o mesmo que (a) e mais. A lei (b), a lei preferível, é mais falsificável que (a). Se observações de Marte vêm a falsificar (a), elas falsificarão também (b). Qualquer falsificação de (a) será uma falsificação de (b), mas o inverso não ocorre. Proposições de observação referentes às órbitas de Vênus, Júpiter etc., que possam concebivelmente falsificar (b) são irrelevantes para (a). Se seguirmos Popper e nos referirmos a esses conjuntos de proposições de observação que serviriam para falsificar uma lei ou teoria como falsificadores potenciais dessa lei ou teoria, então podemos dizer que os *falsificadores potenciais* de (a) formam uma classe que é uma subclasse dos falsificadores potenciais de (b). A lei (b) é mais falsificável que a lei (a), o que equivale a dizer que ela afirma mais, que ela é a lei melhor.

Um exemplo menos artificial envolve a relação entre as teorias do sistema solar de Kepler e de Newton. Tomo como

70

a teoria de Kepler suas três leis do movimento planetário. Os falsificadores potenciais dessa teoria consistem em conjuntos de afirmações referentes a posições planetárias relativas ao Sol em períodos especificados. A teoria de Newton, uma teoria melhor que suplantou a de Kepler, é mais abrangente. Ela consiste nas leis do movimento de Newton mais sua lei da gravidade, esta última afirmando que todos os pares de corpos no universo se atraem mutuamente com uma força que varia inversamente ao quadrado de sua distância. Alguns dos falsificadores potenciais da teoria de Newton são conjuntos de afirmações de posições planetárias em períodos especificados. Mas há muitos outros, incluindo aqueles referentes ao comportamento de corpos em queda e pêndulos, a correlação entre as marés e as localizações do Sol e da Lua, e assim por diante. Existem muito mais oportunidades de falsificar a teoria de Newton que a de Kepler. E, no entanto, conforme a história falsificacionista, a teoria de Newton foi capaz de resistir às falsificações tentadas, estabelecendo assim sua superioridade sobre a de Kepler.

Teorias altamente falsificáveis devem ser preferidas às menos falsificáveis, portanto, desde que elas tenham sido de fato falsificadas. A qualificação é importante para o falsificacionista.

As teorias que foram falsificadas devem ser inexoravelmente rejeitadas. O empreendimento da ciência consiste na proposição de hipóteses altamente falsificáveis, seguida de tentativas deliberadas e tenazes de falsificá-las. Para citar Popper.

Eu posso, portanto, admitir alegremente que falsificacionistas como eu preferem uma tentativa de resolver um problema interessante por uma conjectura audaciosa, *mesmo (e especialmente) se ela logo se revela falsa*, a alguma récita da seqüência de truísmos irrelevantes. Preferimos isto porque acreditamos que esta é a maneira pela qual podemos aprender com nossos erros; e porque ao descobrirmos que nossa conjectura era falsa podemos ter aprendido muito sobre a verdade, e teremos chegado mais perto dela.⁽¹⁸⁾

Aprendemos de nossos erros. A ciência progride por tentativa e *erro*. Devido à situação lógica que torna impossível a

71

derivação de leis e teorias universais de proposições de observação, mas a dedução de sua falsidade possível, as *falsificações* tornam-se os pontos importantes de referência, as realizações notáveis, os pontos mais altos na ciência. Esta ênfase um tanto antiintuitiva dos falsificacionistas extremados no significado das falsificações será criticada nos últimos capítulos.

Porque a ciência visa teorias com um amplo conteúdo informativo, o falsificacionista dá boas-vindas à proposta de conjecturas audaciosas. Especulações precipitadas devem ser encorajadas, desde que sejam falsificáveis e desde que sejam rejeitadas quando falsificadas. Esta atitude de tudo-ou-nada conflitua com a cautela advogada pelo indutivista ingênuo. De acordo com este último, apenas aquelas teorias que podem se revelar verdadeiras ou provavelmente verdadeiras devem ser admitidas na ciência. Devemos prosseguir além dos resultados imediatos da experiência apenas até onde induções legítimas podem nos levar. O falsificacionista, em contraste, reconhece a limitação da indução e a subserviência da observação à teoria. Os segredos da natureza apenas podem ser revelados com a ajuda de teorias engenhosas e de grande penetração. Quanto maior for o número de teorias conjecturadas, que são confrontadas pelas realidades do mundo, e quanto mais especulativas forem essas conjecturas, maiores serão as chances de avanços importantes na ciência. Não há perigo na proliferação de teorias especulativas porque qualquer uma que for inadequada como descrição do mundo pode ser impiedosamente eliminada como resultado da observação ou de outros testes.

¹⁸ K. R. Popper, *Conjectures and Refutations* (Londres: Routledge and Kegan Paul, 1969), p. 231, itálicos no original.

A exigência de que as teorias devem ser altamente falsificáveis tem a consequência atrativa de que as teorias devem ser claramente afirmativas e precisas. Se uma teoria é tão vaga mente afirmativa que não deixa claro exatamente o que ela está afirmando, então, ao ser testada pela observação ou pelo experimento, ela pode sempre ser interpretada como consistente com os resultados desses testes. Desta forma, ela pode ser defendida contra falsificações. Por exemplo, Goethe escreveu sobre a eletricidade que

ela é um nada, um zero, um mero ponto, o qual, ainda que permaneça em todas as existências aparentes, e ao mesmo tempo

72

seja o ponto de origem em que, ao mais ligeiro estímulo, uma aparência dupla se apresenta, uma aparência que apenas se manifesta para esvanecer. As condições sob as quais essa manifestação é estimulada são infinitamente variadas, de acordo com a natureza dos corpos específicos.⁽¹⁹⁾

Se tomarmos esta citação pelo seu significado visível, será muito difícil ver que conjunto possível de circunstâncias físicas poderia servir para falsificá-la. Exatamente por ela ser tão vaga e indefinida (ao menos quando tomada fora do contexto), ela é infalsificável. Políticos e videntes podem evitar de serem acusados por cometerem erros fazendo suas afirmações tão vagas que podem sempre ser interpretadas como compatíveis com o que quer que ocorra. A exigência de um alto grau de falsificabilidade elimina tais manobras. O falsificacionista exige que as teorias sejam afirmadas com clareza suficiente para correr o risco de falsificação.

Uma situação análoga existe no que diz respeito à precisão. Quanto mais precisamente uma teoria for formulada, mais falsificável ela se torna. Se aceitamos que quanto mais falsificável for uma teoria melhor ela será (desde que ela não seja falsificada), então temos que aceitar que, quanto mais precisas forem as afirmações de uma teoria, melhor ela será. “Os planetas movem-se em elipses em torno do Sol” é mais preciso que “Os planetas movem-se em curvas fechadas em torno do Sol”, e é, conseqüentemente, mais falsificável. Uma órbita oval falsificaria a primeira mas não a segunda, enquanto qualquer órbita que falsifique a segunda também falsificará a primeira. O falsificacionista está comprometido a preferir a primeira. Da mesma forma, o falsificacionista deve preferir a afirmação de que a velocidade da luz num

¹⁹ J. W. Goethe, *Theory of Colours*, trad. C. L. Eastlake (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1970), p. 295. Ver também o comentário de Popper sobre a teoria de Hegel da eletricidade em *Conjectures and Refutations*, p. 332.

vácuo é de $299,8 \times 10^6$ metros por segundo do que a afirmação menos precisa de que é de cerca de 300×10^6 metros por segundo, exatamente porque a primeira é mais falsificável que a segunda.

As exigências intimamente associadas de precisão e clareza de expressão seguem-se, naturalmente, da explicação falsificacionista da ciência.

73

4. Falsificacionismo e progresso

O progresso da ciência – como o falsificacionista o vê – pode ser resumido conforme se segue. A ciência começa com problemas, problemas estes associados à explicação do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo. Hipóteses falsificáveis são propostas pelos cientistas como soluções para o problema. As hipóteses conjecturadas são então criticadas e testadas. Algumas serão rapidamente eliminadas. Outras podem se revelar mais bem-sucedidas. Estas devem ser submetidas a críticas e testes ainda mais rigorosos. Quando uma hipótese que passou por uma ampla gama de testes rigorosos com sucesso é eventualmente falsificada, um novo problema, auspiciosamente bem distante do problema original resolvido, emergiu. Este novo problema pede a invenção de novas hipóteses, seguindo-se a crítica e testes renovados. E, assim, o processo continua indefinidamente. Nunca se pode dizer de uma teoria que ela é verdadeira, por mais que ela tenha superado testes rigorosos, mas pode-se auspiciosamente dizer que uma teoria corrente é superior a suas predecessoras no sentido de que ela é capaz de superar os testes que falsificaram aquelas predecessoras.

Antes de examinarmos alguns exemplos para ilustrar esta concepção falsificacionista do progresso da ciência, algo deve ser dito sobre a afirmação de que “A ciência começa com problemas”. Eis alguns problemas com os quais os cientistas têm se defrontado no passado. Como os morcegos são capazes de voar tão habilmente à noite, a despeito do fato de terem olhos tão pequenos e fracos? Por que a altura de um barômetro simples é mais baixa a grandes altitudes do que a pequenas? Por que as chapas fotográficas no laboratório de Roentgen estavam sempre se enegrecendo? Por que o periélio do planeta Mercúrio avança? Estes problemas surgiram a partir de *observações* mais ou menos diretas. Ao insistir no fato de que a ciência começa com problemas, então, será que o falsificacionista não está dizendo, exatamente como o indutivista ingênuo, que a ciência começa com a observação? A resposta a esta questão é um firme “Não”. As observações citadas acima como constituindo problemas são apenas problemáticas *à luz de*

65

alguma teoria. A primeira é problemática à luz da teoria de que organismos vivos “vêm” com seus olhos; a segunda era problemática

74

para os defensores das teorias de Galileu porque ia contra a teoria da “força do vácuo” aceita por eles como uma explicação de por que o mercúrio não cai de um tubo de barômetro; a terceira era problemática para Roentgen porque era tacitamente suposto naquela época que não existia nenhum tipo de radiação ou emanção que pudesse penetrar o recipiente das chapas fotográficas e escurecê-las; a quarta era problemática porque era incompatível com a teoria de Newton. A afirmação de que a ciência começa com problemas é perfeitamente compatível com a prioridade das teorias sobre a observação e as proposições de observação. A ciência não começa com a simples observação.

Depois desta digressão, voltaremos à concepção falsificacionista do progresso da ciência como a progressão a partir de problemas para hipóteses especulativas, à sua crítica e eventual falsificação e, assim, a novos problemas. Serão oferecidos dois exemplos, o primeiro simples, relativo ao voo dos morcegos, o segundo mais ambicioso, relativo ao progresso da física.

Nós começamos com um problema. Os morcegos são capazes de voar com facilidade e velocidade, evitando os galhos das árvores, os fios telegráficos, outros morcegos etc. e podem caçar insetos. E, no entanto, os morcegos têm olhos fracos e fazem a maioria de seus vôos à noite. Isto coloca um problema porque aparentemente falsifica a teoria plausível de que os animais, como os humanos, vêm com seus olhos. Um falsificacionista tentará resolver o problema fazendo uma conjectura ou hipótese. Talvez ele sugira que, embora os olhos do morcego sejam aparentemente fracos, e, não obstante, de alguma maneira não compreendida, ele é capaz de enxergar eficazmente à noite com o uso de seus olhos. Esta hipótese pode ser testada. Um exemplar de morcego é solto num quarto escuro contendo obstáculos e sua habilidade de evitá-los é de alguma forma mensurada. O mesmo morcego é novamente solto no mesmo quarto escuro com os olhos vendados. Antes do experimento, o experimentador pode fazer a seguinte dedução. Uma premissa da dedução é sua hipótese, que diz explicitamente: “Morcegos são capazes de voar evitando obstáculos com o uso de seus olhos, e não podem fazê-lo sem o uso de seus olhos”. A segunda é uma descrição do cenário experimental, incluindo a afirmação: “Este exemplar de morcego está com os olhos vendados de forma a

75

não poder usá-los”. A partir destas duas premissas, o experimentador pode derivar, dedutivamente, que o espécime de morcego não será capaz de evitar

66

eficazmente os obstáculos no teste de laboratório. O experimento é então realizado e descobre-se que o morcego evita as colisões tão eficazmente quanto antes. A hipótese foi falsificada. Há necessidade agora de um renovado uso da imaginação, uma nova conjectura, hipótese ou palpite. Talvez um cientista sugira que de alguma forma as orelhas do morcego estão envolvidas em sua habilidade de evitar obstáculos. A hipótese pode ser testada, numa tentativa de falsificá-la, tapando-se os ouvidos do morcego antes de soltá-lo novamente no teste de laboratório. Desta vez descobre-se que a habilidade do morcego em evitar obstáculos está consideravelmente prejudicada. A hipótese foi corroborada. O falsificacionista deve agora tornar sua hipótese mais precisa de modo que ela se torne mais prontamente falsificável. É sugerido que o morcego ouve os ecos de seus próprios guinchos ricocheteando dos objetos sólidos. Isto é testado amordaçando-se o morcego antes de soltá-lo. Novamente o morcego colide com os obstáculos e novamente a hipótese é corroborada. O falsificacionista parece agora estar conseguindo uma tentativa de solução para seu problema, embora não tenha *provado* por experimento como os morcegos evitam as colisões enquanto voam. Quaisquer fatores podem vir a mostrar que ele se enganou. Talvez o morcego detecte os ecos não com seus ouvidos mas com regiões sensíveis próximas aos ouvidos, cujo funcionamento foi prejudicado quando os ouvidos do morcego foram tampados. Ou talvez diferentes tipos de morcegos detectem obstáculos de maneiras muito diversas, de forma que o morcego usado no experimento não era realmente representativo.

O progresso da física desde Aristóteles, passando por Newton, até Einstein fornece um exemplo numa escala maior. A explicação falsificacionista desse progresso é mais ou menos a seguinte. A física aristotélica foi até certo ponto bastante bem-sucedida. Ela podia explicar uma ampla gama de fenômenos. Podia explicar por que objetos pesados caem no chão (procurando seu lugar natural no centro do universo), podia explicar a ação do sifão e da bomba de elevação (explicação baseada na impossibilidade de vácuo), e assim por diante. Mas, eventualmente, a física aristotélica foi falsificada de várias ma-

76

neiras. Pedras jogadas do alto de um mastro de um barco movendo-se uniformemente caíram no convés ao pé do mastro e não a certa distância deste como previra a teoria de Aristóteles. As luas de Júpiter podem ser vistas na órbita de Júpiter e não da Terra. Uma legião de outras falsificações foi acumulada durante o século XVII. A física de Newton, contudo, uma vez que tinha sido criada e desenvolvida por meio das conjecturas de homens como Galileu e Newton, era uma teoria superior que ultrapassou a de Aristóteles. A

teoria de Newton podia explicar a queda dos objetos, o funcionamento de sifões e bombas de elevação e qualquer outra coisa que a teoria de Aristóteles pudesse explicar, e, ainda, fenômenos que eram problemáticos para os aristotélicos. De acréscimo, a teoria de Newton podia explicar fenômenos que não haviam sido tocados pela teoria de Aristóteles, tais como correlações entre as marés e a posição da lua, criação da força da gravidade em relação à altura sobre o fundo do mar. Por dois séculos, a teoria de Newton foi bem-sucedida. Isto é, todas as tentativas de falsificá-la com referência aos novos fenômenos previstos com sua ajuda fracassaram. A teoria levou mesmo à descoberta de um novo planeta: Netuno. Mas a despeito de seu sucesso, tentativas de falsificá-la eventualmente tiveram sucesso. A teoria de Newton foi falsificada de diversas maneiras. Ela não era capaz de explicar os detalhes da órbita do planeta Mercúrio, e não conseguia explicar a massa variável de elétrons do movimento rápido em tubos de descarga. Os físicos enfrentavam então problemas desafiadores, na passagem do século XX, problemas que clamavam por novas hipóteses especulativas projetadas para superá-los de uma forma progressiva. Einstein foi capaz de aceitar esse desafio. Sua teoria da relatividade foi capaz de explicar fenômenos que falsificaram a teoria de Newton, enquanto ao mesmo tempo podia igualar a teoria de Newton nas áreas onde esta tinha sido bem-sucedida. Além disso, a teoria de Einstein produziu a previsão de novos fenômenos espetaculares. Sua teoria especial da relatividade previu que a massa deveria ser uma função da velocidade e que massa e energia podiam se transformar uma na outra, e sua teoria geral previu que os raios de luz deveriam ser curvados por campos gravitacionais fortes. As tentativas de refutar as

77

teorias de Einstein por referência a estes novos fenômenos falharam. A falsificação da teoria de Einstein permanece um desafio para os físicos modernos. Seu eventual sucesso assinalaria um novo passo na direção do progresso da física.

Esta é a explicação falsificacionista típica do progresso da física. Mais tarde poderemos em dúvida sua precisão e validade.

Do que foi visto, está claro que o conceito de progresso, de crescimento da ciência, é um conceito central na explicação falsificacionista da ciência. Esta questão é vista com mais detalhes no capítulo seguinte.

OUTRAS LEITURAS

O texto falsificacionista clássico é *The Logic of Scientific Discovery*, de Popper (Londres: Hutchinson, 1968). As opiniões de Popper sobre filosofia da ciência estão elaboradas em duas coleções de seus escritos, *Objective Knowledge* (Oxford: Oxford University Press, 1972) e *Conjectures and Refutations* (Londres: Routledge and Kegan Paul, 1969). Um ensaio falsificacionista popular é P. Medawar, *Induction and Intuition in Scientific Thought* (Londres: Methuen, 1969). Outros detalhes de leitura sobre falsificacionismo estão incluídos nas leituras do Capítulo V.