

Dossiê Filosofia
da Ciência

Mudança científica: modelos filosóficos e pesquisa histórica

LARRY LAUDAN, ARTHUR DONOVAN,
RACHEL LAUDAN, PETER BARKER,
HAROLD BROWN, JARRETT LEPLIN,
PAUL THAGARD, STEVE WYKSTRA

A preeminência da ciência na cultura ocidental é manifesta. Quem quer que estude a sociedade moderna deve reconhecer a importância de compreender como a ciência conduz sua tarefa de inventar, testar e finalmente aceitar ou rejeitar teorias. Uma cultura que se orgulha de sua capacidade de auto-exame crítico deve ter em alta conta, na sua agenda intelectual, o estudo sistemático dos processos de mudança e invenção de teoria na ciência. Seja pelo propósito prático de controlar a direção e o progresso da ciência, seja pelo propósito intelectual de determinar a natureza e o escopo do conhecimento humano, há excelentes razões para se tentar examinar a dinâmica da ciência.

Ocorre, no entanto, que de fato não possuímos um quadro geral bem confirmado de como a ciência funciona, nem uma teoria da ciência que mereça assentimento geral. Tivemos, certa vez, uma posição filosófica bem desenvolvida e historicamente influente, a saber, o positivismo ou empirismo lógico, que agora se encontra efetivamente refutada. Temos algumas recentes teorias da ciência que, embora despertem grande interesse, quase nunca têm sido de algum modo testadas. E temos hipóteses específicas sobre vários aspectos cognitivos da ciência, que são amplamente discutidas mas completamente indecidas. Se alguma posição existente realmente proporciona uma compreensão viável de como a ciência opera, nós estamos longe de poder identificá-la.

No início dos anos 60, algumas novas teorias da ciência foram desenvolvidas como alternativas ao positivismo; trata-se dos trabalhos de N.R. Hanson, Paul Feyerabend, Stephen Toulmin e, acima de tudo, Thomas Kuhn. Essas contribuições, ainda que problemáticas em suas teses positivas, puseram termo efetivamente à hegemonia do positivismo ao revelarem que suas doutrinas centrais (tais como a cumulatividade da ciência, a redutibilidade da linguagem teórica à observacional)

conflitam radicalmente com a prática real da ciência. Kuhn destacou-se, pelo menos retrospectivamente, como a figura dominante dos anos 60. Na reação a Kuhn, entrou em cena nos anos 70 uma nova geração de teóricos: I. Lakatos, L. Laudan, G. Holton, M. Hesse, J. Sneed, E. McMullin, I.B. Cohen, W. Stegmüller, D. Shapere e N. Koertge. Todos esses autores desenvolveram modelos de mudança e progresso científico que, segundo eles, estavam baseados no, e apoiados pelo, estudo empírico das obras da ciência real, por oposição aos ideais lógicos ou filosóficos de garantia epistêmica enfatizados pela tradição positivista. Por todos eles, a filosofia da ciência foi caracterizada como uma disciplina enraizada em, e responsável por, sua história.

Contudo, nenhuma dessas teorias "pós-positivistas" foi testada de uma maneira que não fosse a mais perfunctória e superficial. Nada semelhante aos padrões de teste que esses próprios autores sustentam dentro da ciência foi alguma vez satisfeito por qualquer uma de suas teorias sobre a ciência. Aqueles de nós que reclamam uma modesta destreza em lógica da inferência empírica mostram-se notavelmente indiferentes quanto a submeter as próprias teorias ao escrutínio empírico, embora nossas próprias filosofias da ciência sugiram que sem tal escrutínio poderíamos estar construindo castelos no ar.

A nosso ver, está na hora de corrigir tal situação. Devoções à importância do teste empírico devem dar lugar às particularidades do próprio processo de testar. As notas promissórias emitidas nos anos 60 e 70 estão hoje vencidas. Ou nós decidimos agora como testar esses modelos e procedemos ao teste, ou devemos abandonar qualquer pretensão de possuímos a mais tênue garantia para acreditar que a ciência é do modo como nós a supomos. Os chavões a propósito do naturalismo em epistemologia devem agora dar lugar a algo real, ou então devemos confessar qual é exatamente a alternativa de estatuto epistêmico (extra-empírico) que tencionamos para nossa teorização sobre a ciência. Este ensaio é um encaminhamento preliminar na primeira direção.

Obviamente, o primeiro passo no sentido de trazer a evidência empírica para sustentar teorias da ciência é identificar as conjecturas existentes e específicas sobre os processos de mudança científica a serem testadas. Encontramos essas conjecturas nas obras de autores como Kuhn, Lakatos, Laudan e Feyerabend. De modo alternativo, poderíamos tentar testar esses modelos "holisticamente", através de uma avaliação comparativa deles em sua inteireza. Aí, entretanto, a tarefa torna-se ao mesmo tempo muito fácil e muito difícil. Fácil, porque prontamente se encontram aspectos de cada um desses modelos que são evidentemente *falseados* por um ou outro episódio científico. E difícil,

porque é forçoso tentar arranjar os conceitos e as afirmações centrais desses modelos de um modo que seja, a um só tempo, preciso o suficiente para o teste e indiscutivelmente fiel às intenções do autor. Ademais, parece-nos altamente implausível que *algum* desses modelos, considerado holisticamente, sobreviva a um sério escrutínio. Visto que todos eles foram concebidos ou *a priori* para solucionar dificuldades filosóficas específicas, ou *post hoc* para adequar-se a um pequeno número de exemplos pré-selecionados, não é de se imaginar que algum deles pudesse contar corretamente toda a história ou mesmo grandes partes dela (1). Por outro lado, não parece pouco natural esperar que muitos tenham apreendido alguma parte significativa da história da mudança científica. A única maneira de descobrir é testar as afirmações específicas de cada modelo frente aos relatos da ciência passada e presente.

Sabe-se, de antemão, que a tarefa será mais difícil do que parece. O escrutínio pormenorizado e comparativo de modelos da natureza rivais raramente é simples. Por que deveria ser mais simples o escrutínio de modelos de segunda ordem dos modelos da natureza? São dificuldades específicas de nossa tarefa: (a) Os teóricos da mudança científica freqüentemente formulam suas concepções de uma maneira que torna complicado identificar precisamente as conseqüências empíricas dessas concepções. Enquanto as teorias científicas são tipicamente promulgadas numa forma que procura enfatizar suas implicações empíricas e demonstrar seu caráter testável, por oposição ao especulativo, as teorias filosóficas raramente são elaboradas com essa motivação. Enquanto a ciência tem, em geral, respondido ao declínio da metafísica com a busca de estabilidade, a filosofia tem respondido com a execução do giro lingüístico e conselhos de modéstia dos objetivos. (b) Os teóricos da mudança notoriamente adotam uma terminologia especializada e idiosincrática que torna difícil estabelecer comparações entre o que está sendo asseverado e negado por teorias rivais. (a) e (b) são apenas o começo de nossos problemas, pois mesmo que se esclareçam os compromissos de cada um desses modelos, ainda permanecerão grandes questões relativas ao planejamento e execução de seus testes empíricos. Comentaremos mais tarde essas questões. Mas até que (a) e (b) sejam tratadas, não será possível iniciar o empreendimento de testar e avaliar empiricamente.

Esta monografia representa uma primeira tentativa de resolver algumas das dificuldades *preliminares*. As obras de alguns dos mais fartamente citados teóricos da mudança científica foram lidas com o intuito de identificar as afirmações testáveis que fazem. Elas foram promulgadas como *teses* específicas. Quando um texto puder ser lido de

várias maneiras, preferimos o erro das múltiplas leituras, não por caridade mas pelo interesse que temos em trabalhar com um vasto campo de afirmações dignas de atenção. Apesar de tentarmos manter a fidelidade aos textos originais, não entendemos que nossa principal tarefa seja exegética. Procuramos, antes, tornar explícitas as afirmações interessantes sobre a mudança científica.

Nosso próximo passo foi um elaborado exercício de paráfrase, na tentativa de apresentar os textos numa linguagem (relativamente) livre de pressupostos e idiossincrasias, sem distorcer as intenções originais do autor. Tentamos limitar as perdas inerentes a essa paráfrase àquelas necessárias para efetuar uma comparação das afirmações paralelas de teorias rivais. Tendo encontrado ou, quando necessário, forjado um vocabulário "neutro", procuramos formular teses ou enunciados detalhados que representem as afirmações empíricas deriváveis a partir dos vários modelos. Nossas teses incluem não apenas afirmações documentáveis feitas explicitamente pelos autores, mas também afirmações com as quais entendemos estarem comprometidos, ainda que esses compromissos não sejam por eles reconhecidos. (Isso explica a presença de algumas teses incompatíveis atribuídas ao mesmo autor.) Nosso propósito aqui não foi acusar os autores de inconsistência, mas, novamente, revelar o maior número possível de compromissos empíricos substanciais dos modelos existentes. As teses individuais estão acompanhadas de referências precisas aos textos apropriados, a fim de que nossas traduções possam ser comparadas com os originais.

Um de nossos principais problemas foi que os escritos dos maiores teóricos da mudança científica estão fortemente carregados de termos técnicos. Em alguns casos, eles tomam a forma de neologismos: *paradigma* de Kuhn, *programa de pesquisa* de Lakatos, *tradição de pesquisa* de Laudan e *teoria global* de Feyerabend são apenas alguns dos exemplos mais familiares. Mas há uma abundante coleção de outros: em Kuhn, *ciência normal*, *crise*, *matriz disciplinar*, *ciência madura*, *ciência imatura* e *quebra-cabeças*; em Lakatos, *núcleo duro*, *heurísticas positiva e negativa*, *estratagema antimonstro*, *cinto de proteção* e *progresso empírico e teórico*; em Laudan, *problema conceitual*, *contextos de aceitação e adoção*, *anomalia não-refutadora* e *modelo reticulado*. Embora extraídos da linguagem cotidiana, esses termos freqüentemente recebem um sentido especial, de modo que seu conteúdo tencionado depende de uma elaboração e argumentação de apoio que as teses por nós depuradas não podem reproduzir completamente.

O problema da terminologia exacerbou-se pelo fato de nossos autores freqüentemente utilizarem conceitos que trazem uma pesada

bagagem *disciplinar*. Lakatos e Feyerabend, por exemplo, utilizam noções como *conteúdo empírico*, *falsificação* e *ad hoc* de um modo que, embora padronizado na epistemologia, freqüentemente expressa um sentido totalmente estranho aos que não são filósofos. E ainda que Kuhn e Feyerabend possam ter originalmente utilizado *incomensurabilidade* em seu sentido filosófico e estrito, seu uso rapidamente absorveu outras conotações idiossincráticas à sua mensagem filosófica, e está, em todo caso, em conflito com seu uso ordinário (2). Laudan salientou as diferenças entre as considerações *semânticas*, *epistêmicas*, *pragmáticas* e *axiológicas* — termos que os filósofos e os não filósofos utilizam de maneiras muito distintas, se é que os utilizam.

Diversos requisitos orientam nossa formulação das teses. Especificamente, parece-nos que:

- as teses devem ser formuladas numa linguagem que torne relativamente fácil estabelecer comparações entre as afirmações específicas dos vários modelos.
- As teses devem ser inteligíveis aos leitores que não dominam os detalhes de cada modelo.
- As teses devem ser expressas em um vocabulário "neutro" que não pressuponha a maquinaria de qualquer dos modelos em consideração.

Em suma, procuramos expressar as teses em nossa linguagem ordinária. Rapidamente descobrimos, contudo, que a tarefa da paráfrase nos forçou à apropriação ou invenção de algum vocabulário técnico para nós mesmos. Sempre que isso ocorreu, tentamos utilizar conseqüentemente a terminologia e providenciamos um glossário de todos os termos que estávamos cientes de utilizar de uma maneira técnica ou não padronizada. Assim sendo, o leitor procurará em vão por expressões como *paradigma*, *anomalia*, *matriz disciplinar*, *incomensurabilidade* e outras mais.

Após identificar os conjuntos de teses que poderíamos razoavelmente atribuir a nossos autores, procuramos organizá-los *topicamente*, pois parece que o processo de testar seria facilitado com o agrupamento, sob os mesmos títulos, de afirmações comparáveis acerca de vários aspectos da mudança científica.

Embora este ensaio dirija-se a todos que se interessam pela evolução da ciência, são dois os seus alvos específicos, os historiadores da ciência e os filósofos da ciência, que especialmente têm atuado no desenvolvimento de teorias desse processo.

Empirismo e filosofia da ciência

Thomas Kuhn abre sua *Estrutura das revoluções científicas* com a ambiciosa asserção de que: "A história, se fosse vista como um repositório para algo mais que anedota ou cronologia, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que hoje nos domina."

Em parte alguma o estudo histórico produziu uma transformação mais decisiva em nossa época do que em relação à nossa imagem filosófica da ciência. Os que mantêm a concepção de a filosofia ser um empreendimento inteiramente normativo podem contestar a afirmação de que uma disciplina descritiva como a história possa ter algum impacto significativo na filosofia. A famosa falácia naturalista parece impedir uma séria interação entre a história da ciência e sua filosofia. Mas, de fato, os mais recentes filósofos afirmam que foram fortemente influenciados pela história na construção de suas teorias normativas. Especificamente, os trabalhos de Hanson, Feyerabend, Lakatos, Toulmin, Laudan, Shapere, McMullin, Hesse, Buchdahl e muitos outros filósofos constituíram uma escola, não rigidamente estruturada e frequentemente conhecida como a *abordagem histórica* da filosofia da ciência, que vê a história como fonte e, pelo menos, árbitro parcial de afirmações filosóficas sobre a ciência. A paráfrase que Lakatos fez de Kant ("a filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia") tornou-se efetivamente a divisa dessa escola. Não obstante essa orientação histórica, todos os membros dessa escola (à exceção de Feyerabend) entenderam sua tarefa como a de enunciar princípios normativos da investigação científica que mostrarão *qual é a natureza da racionalidade científica*. Todos, exceto Feyerabend, consideram a ciência como o exemplo mais surpreendente e bem-sucedido de racionalidade em nossa cultura e insistem que qualquer filosofia adequada da ciência mostre a ciência real como sendo, em grande parte, uma atividade racional.

É característico da escola histórica em filosofia da ciência sustentar que nenhuma filosofia da ciência é digna de crédito se não enfrentar o escrutínio empírico com base na prática científica. Os membros dessa escola consideram a filosofia da ciência como parcialmente, se não totalmente, naturalista em espírito e sujeita sempre a teste empírico. Entretanto, para nossos propósitos aqui, deixaremos de lado a questão de se todas as afirmações filosóficas sobre a ciência requerem escrutínio empírico. Basta-nos, e isso é pelo menos claro, que se tencione assim escrutinar as afirmações da escola histórica. Todos os filósofos históricos da ciência endossam a tese metafilosófica de que a ciência é funda-

mentalmente uma atividade cuja racionalidade pode ser revelada somente pela investigação empírica de suas obras através do tempo.

Fiéis a suas inclinações empiristas, esses teóricos da mudança científica salpicam à vontade seus escritos filosóficos com referências a exemplos históricos tendo em vista apoiar as afirmações que fazem. Mas a todos, exceto os discípulos mais engajados, esses exemplos frequentemente parecem desempenhar um papel mais decorativo ou ilustrativo do que probatório. De fato, do modo como normalmente se apresentam, tais exemplos são extremamente breves e derivados de material secundário para que possam desempenhar efetivamente o último papel. Casos científicos históricos ou contemporâneos são tipicamente aludidos apenas de passagem. Mesmo quando um caso é considerado em algum detalhe, raramente um autor compara a adequação de seu modelo favorito com a de seus rivais. Nenhum sério esforço de sofisticado planejamento empírico das situações de teste pode ser encontrado na maior parte dessas discussões. Em particular, e mais obviamente, é normalmente o inventor, e daí o advogado, de um modelo que traz evidências para sustentá-lo, levantando questões de neutralidade e objetividade. Na melhor das hipóteses, os autores poderão dizer "Veja como minha teoria está bem adequada a esse punhado de casos". Apesar dessa atuação perfunctória, a conclusão que normalmente se extrai é que a teoria em questão está "apoiada" pelos relatos históricos.

Essa situação não é difícil de ser compreendida. A ciência tem seus participantes teóricos e experimentais, que entendem diferentemente seus papéis e responsabilidades dentro do empreendimento comum. Classificam-se satisfatoriamente os cientistas individuais em teóricos ou experimentais, e esses termos são frequentemente utilizados para nomear tipos distintos de ciência na fundação de institutos ou mesmo na descrição de departamentos acadêmicos. Em termos dessa distinção, a filosofia deveria ser descrita, por contraste, como tendo exclusivamente os teóricos em sua população. O papel do controle experimental vem sendo assumido na filosofia pelas discussões e comentários críticos que os teóricos conduzem em sua resposta à disputa de idéias competidoras. Mas a filosofia, enquanto disciplina, ainda não reconheceu plenamente a necessidade de uma forma de controle experimental que, como aquela da ciência mesma, seja relativamente autônoma do teorizar e ancore seus padrões críticos em material externo a sua própria literatura teórica. Em suma, enquanto provavelmente a maioria dos cientistas praticantes prontamente se identificaria como experimental, poucos filósofos estariam dispostos a consentir uma descrição de suas ambições como sendo basicamente aplicada e empírica.

Mas não importa como venha a ser feita a divisão do trabalho no empreendimento da filosofia da ciência, é claro que não ocorrerá a atual negligência com os padrões empíricos. Qualquer filosofia da ciência, especialmente aquelas que reclamam garantia empírica, deve submeter-se a testes muito mais sofisticados e elaborados do que qualquer um que se tenha empreendido. Impressões pessoais de que um modelo particular "adequa-se" a um certo domínio de casos, confiança em estudos históricos secundários ou terciários de informações sobre os casos em questão, fracasso em formular hipóteses sob teste com precisão detalhada, relutância em comparar as capacidades relativas das teorias rivais no trato do mesmo domínio de casos, restrição do domínio de casos considerados a um punhado de cinco ou seis revoluções preferidas (comumente aquelas associadas a Copérnico, Galileo, Newton, Lavoisier, Darwin e Einstein), insistência na avaliação holística de modelos inteiros ao invés da análise pormenorizada de suas afirmações componentes — essas e muitas outras falhas epistêmicas devem levantar dúvidas sobre o compromisso sincero e pleno da escola histórica em testar suas teorias frente aos relatos empíricos. Com efeito, é claro o suficiente que os próprios filósofos que praticam esse empirismo timorato em suas metodologias para o estudo da ciência não admitiriam nada semelhante em suas reconstruções da metodologia dentro da ciência.

Um objetivo importante do nosso projeto é facilitar o processo de testar filosofias históricas da ciência, formulando-as de um modo que permita uma avaliação empírica séria e detalhada. Mas é preciso fazer uma importante advertência. Em suas formas originais, esses modelos filosóficos são frequentemente expressos em linguagem normativa. Sempre que possível, nós transformamos suas afirmações sobre como a ciência deve proceder em enunciados declarativos sobre como a ciência realmente procede. Pareceu-nos razoavelmente clara a pertinência de tais traduções, pois todos os autores cujo trabalho parafraseamos estão explicitamente comprometidos com a afirmação de que a ciência, por ser racional, irá normalmente proceder do modo que esses autores normativamente aprovam. Ademais, todos esses autores insistem que as afirmações normativas sejam testadas frente aos relatos empíricos da ciência bem-sucedida. Há alguma variação entre os teóricos quanto aos aspectos da ciência que suas reconstruções filosóficas procuram apreender. No entanto, é óbvio que os filósofos da escola histórica traçam a distinção interno/externo de modo a incluir, no domínio abarcável pelas suas concepções normativas, virtualmente todos os episódios históricos largamente citados e familiares da ciência física após o século dezesseis.

Finalmente, é preciso salientar que o teste de modelos filosóficos

não se resolve de imediato. Exatamente porque nossa visão histórica do passado vem sendo refeita a cada geração de historiadores, deve haver uma contínua interação entre filósofos e historiadores da ciência para que o processo de testar venha a tornar-se robusto.

Mudança de teoria e história da ciência

O estudo histórico moderno da ciência emergiu durante as últimas décadas do Iluminismo como parte de uma tentativa ambiciosa de construir uma teoria geral da ciência e de suas implicações culturais. À medida que a ciência continuou a crescer em importância, esse empreendimento teórico evoluiu no sentido de uma sustentada tradição de investigação, que adquiriu coerência pelo enfoque atento de um conjunto central de problemas e referência a um conjunto canônico de indivíduos, eventos e textos. No século dezenove, um grupo pioneiro de pesquisadores de diversas formações (destacando-se Auguste Comte, William Whewell, Pierre Duhem e Ernst Mach) propôs abrangentes teorias da ciência que são apropriadamente tomadas como clássicas. Embora suas considerações dependessem crucialmente do relato de como a ciência se desenvolveu no tempo, não seria adequado chamar suas obras de *histórias* da ciência no sentido em que esse termo é hoje utilizado. Seus objetivos eram mais abrangentes, pois visavam à construção de uma teoria da ciência que fosse precisa e de amplo domínio. E, sendo mais flexíveis em seus métodos, eles entremearam análises da lógica da ciência com suas narrativas de história da ciência.

Essa tradição foi levada adiante com grande vigor em nosso século. George Sarton, Emile Meyerson, Ludwig Fleck, Hélène Metzger, J.B. Conant, Alexander Koyré, Gerald Holton, Thomas Kuhn e I.B. Cohen discorreram sobre a ciência ocidental como um todo e propuseram novas e estimulantes maneiras de pensar sobre seu funcionamento e mudança. Os interesses individuais e as áreas de especialização desses autores naturalmente influenciaram sua seleção de tópicos e as interpretações propostas, mas todos eles tentaram clarificar o mais abrangente empreendimento que chamamos ciência.

Nos últimos vinte e cinco anos, a história da ciência conseguiu estabelecer-se como uma especialidade autônoma dentro da disciplina de história. Os meios que tornaram possível essa profissionalização, especialmente as formas essenciais de apoio institucional como bolsas de pesquisa e nomeações acadêmicas, foram proporcionados principalmente porque a história da ciência tem sido vista como centralmente rele-

vante ao desenvolvimento de uma compreensão mais abrangente e melhor informada de como a ciência funciona e como ela interage com outros setores da sociedade. Esses recursos foram de fato amplamente utilizados no apoio à preparação de estudos históricos imensamente especializados e eruditos, mas poucos deles integraram-se à contínua busca de uma mais adequada teoria da ciência. Assim, embora a história da ciência seja hoje escrita para um padrão de pesquisa muito elevado, ela cada vez mais se isolou da tradição interpretativa de onde nasceu e que ainda é a única capaz de conferir às suas descobertas uma significância que transcende as fronteiras disciplinares. Esse recolhimento dentro de uma visão particularista da história prejudicou seriamente tanto a história da ciência como o empenho para desenvolver uma teoria da ciência que fosse mais adequada.

Pouquíssimos historiadores da ciência estão hoje envolvidos na avaliação e aperfeiçoamento de teorias da mudança científica. Eles deveriam ser em maior número, não apenas porque sua especialização é necessária ao teste dessas teorias, mas também porque sua participação nesse esforço intelectual mais amplo auxiliaria a salvar a história da ciência do destino de tornar-se uma especialidade arcana. Todos os modelos que examinamos tratam os relatos históricos da ciência como uma fonte primária de evidências para a formação e o teste de teorias da ciência. E visto que os historiadores da ciência profissionais são especialmente instruídos nas habilidades e conhecimentos básicos indispensáveis à leitura e interpretação dos materiais históricos, sua participação é essencial ao êxito de um empenho mais amplo de avaliação. Mas entendemos que os historiadores têm um papel construtivo assim como um papel crítico. Eles deveriam aproveitar a oportunidade para formular categorias analíticas e conceitos teóricos que tornassem mais coerente e precisa nossa compreensão da ciência. Partindo dos estudos de caso para os mais elevados níveis de generalização e conjectura, eles podem aperfeiçoar os modelos de ciência existentes. Esses modelos podem, por sua vez, ser utilizados para construir um quadro teórico para a história que proporcione uma alternativa ao particularismo que mantém boa parte dos atuais estudos históricos distante de questões maiores. De fato, essa solicitação de um maior envolvimento teórico encoraja tendências já evidentes. Em nossos dias, muitos historiadores da ciência estão novamente cientes da necessidade de amplas narrativas do crescimento da ciência. Mas antes que tais obras possam ser escritas, deve-se desenvolver uma linguagem analítica à altura da tarefa. E a melhor maneira de assim proceder é considerar seriamente a avaliação e reformulação das teorias contemporâneas da ciência.

As dificuldades implicadas no desenvolvimento de uma teoria adequada da ciência não deveriam ser subestimadas. Assim como acontece com as teorias sobre o mundo natural, será preciso tempo e empenho persistente para articular uma teoria da ciência que seja abrangente e convincente. Embora existam historiadores da ciência que acreditem que a abordagem por nós recomendada possa e deva ser evitada, consideramos essa posição como fundamentalmente indefensável. Os historiadores da ciência deveriam, em seu estudo, ter aprendido que toda pesquisa e interpretação envolve perspectivas teóricas, ainda que nem sempre estejam explicitadas. Historicamente, tornou-se comum entre os historiadores da ciência evitar o engajamento teórico, e essa preferência ocorreu exatamente quando começou a romper-se o consenso previamente dominante na filosofia da ciência. Na ausência da orientação interpretativa que o positivismo e o liberalismo ofereciam, tornou-se difícil distinguir entre ciência e não-ciência, e se colocou seriamente em questão a antiga fé na verdade e no progresso da ciência.

Essa reabertura de questões, antes vistas como resolvidas, tem sido imensamente estimulante. Os historiadores da ciência sabem hoje que é preciso prestar atenção ao lado social da ciência, que todos os fatos científicos estão carregados de teoria, que as teorias estão subdeterminadas pelos fatos, e que a ciência não pode ser caracterizada como inteiramente independente ou completamente racional. Esse dramático afastamento da anterior concepção da ciência e de sua história também aumentou grandemente a ênfase no papel das atitudes sociais, tais como os interesses individuais e a preservação da hegemonia cultural, e das instituições sociais, como as associações profissionais e os grupos de pesquisa. É claro que esse giro sociológico na história da ciência não precisa estar acompanhado de um afastamento da teoria, mas isso de fato aconteceu no momento em que várias forças conduziam a história da ciência para a fragmentação e o particularismo. O resultado foi uma profunda perda de inteligibilidade exatamente quando era maior o interesse pelos aspectos sociais da história da ciência.

Um dos fatos pouco considerados e que deveria atrair os historiadores para o estudo de teorias da mudança científica é que essas teorias avançaram muito no sentido de prover os meios necessários para incorporar a influência de fatores sociais nas análises do desenvolvimento da ciência. Na verdade, há uma certa ironia no atual debate entre filósofos da ciência e sociólogos da ciência sobre como deveria ser explicada a mudança de teoria. Afinal, foram os teóricos pós-positivistas da ciência, especialmente Paul Feyerabend e Thomas Kuhn, que finalmente destruíram a ortodoxia reinante acerca da natureza da ciência e propuseram novos e robustos modelos de mudança científica, em que os fatores

sociais desempenham um papel proeminente. Suas análises da mudança de teoria romperam categoricamente com as interpretações intelectualista e empirista preferidas pela maioria dos historiadores da ciência da geração anterior e auxiliaram a estabelecer a legitimidade do giro histórico dentro da filosofia da ciência. Contudo, apesar da importância da história nesses modelos e da notoriedade da teoria de Kuhn, os historiadores têm examinado apenas superficialmente as afirmações feitas por essas teorias, e praticamente nenhuma tentativa tem sido feita por parte dos historiadores profissionais, no sentido de empregá-las seriamente para informar suas interpretações da ciência. Perdeu-se uma oportunidade e, do ponto de vista do desenvolvimento de uma ampla teoria da ciência, furtou-se a uma responsabilidade. Não se pode desculpar essas falhas afirmando-se que os modelos relevantes são hostis à história social da ciência.

Os modelos considerados neste projeto concentram-se em mudanças substanciais de teoria como o tipo central de evento no desenvolvimento da ciência. Mas essa ênfase não deveria ser tomada meramente como uma fixação filosófica, pois estudiosos da ciência com outros interesses disciplinares próprios também enfocam a mudança de teoria. Embora a ciência envolva muito mais que o debate sobre teorias, e os historiadores e sociólogos tenham estudado longamente aspectos institucionais e biográficos da ciência que não são explicitamente reconhecidos nos modelos em consideração, a importância da teoria dentro da ciência é inegável. A posição que a ciência desfruta em nossa cultura emerge diretamente das teorias científicas e do controle preditivo e manipulador que essas teorias conferem a quem as domina. Saber é poder e, no que diz respeito à ciência, o saber reside nas teorias que os cientistas desenvolveram. E não são apenas os filósofos que consideram as teorias como centrais à compreensão do empreendimento científico. Muitos sociólogos da ciência contemporâneos também consideram a formação de teoria, o teste de teoria e a substituição de teoria como as atividades centrais da ciência. Eles responderam aos modelos de mudança científica propostos por outros teóricos com a apresentação de numerosas hipóteses que procuram demonstrar ser a ciência, no seu cerne, inteiramente um construto social. Não é preciso aqui tratar dos detalhes ou da adequação dessas várias hipóteses sociológicas, mas essa resposta revela pelo menos que os modelos de ciência examinados neste projeto não são os únicos a afirmar que as análises gerais da ciência e de sua história deveriam focar as teorias e os modos como elas mudam.

Dois obstáculos específicos desencorajam os historiadores da ciência de empregar e testar mais ativamente os modelos disponíveis de

mudança científica. O primeiro resulta da linguagem utilizada na formulação e apresentação desses modelos. A muitos historiadores, os modelos parecem ser construções altamente filosóficas que só podem ser compreendidas por quem domine as linguagens especializadas em que são expressas. Neste projeto, tentamos minorar esse problema traduzindo as afirmações feitas pelos vários modelos em termos não-técnicos e apresentando-as como listas de asserções descritivas. Esperamos com isso eliminar o obstáculo da inacessibilidade, uma barreira comum na cooperação interdisciplinar.

O segundo obstáculo é a impressão de que encontra-se estagnado o debate sobre os méritos dos vários modelos. Embora diversos modelos rivais entrem em campo, parece ter havido pouco progresso na determinação de quais deles merecem ser acatados por nós. Os historiadores têm pouco interesse em servir de assistentes em uma interminável disputa filosófica e, na ausência de um claro consenso quanto às afirmações que deveriam ser aceitas, muitos se distanciaram completamente das questões teóricas. Portanto, um segundo objetivo deste projeto é superar esse obstáculo, retomando o debate de uma maneira que leve em direção ao consenso. Ao discriminar as afirmações feitas pelos vários modelos e encorajar a avaliação de sua veracidade e utilidade, esperamos revitalizar o debate sobre a mudança de teoria na ciência. Mas esse objetivo só poderá ser alcançado se um grande número de historiadores da ciência entender que o esforço vale a pena e se envolver de modo atuante. Esperamos que assim seja.

Stuart Hughes recentemente observou que, durante as duas últimas décadas, a história da ciência avançou com uma autoconfiança que a isolou de outras áreas da história intelectual. Ele notou também que o campo foi enormemente beneficiado com o prestígio da obra de Thomas Kuhn. Foram boas décadas para a história da ciência, mas há hoje considerável evidência de que as preocupações intelectuais que tanto contribuíram para a atual visibilidade do campo não estão sendo devidamente atendidas. Para florescer o campo deve crescer e para crescer de modo forte e duradouro é preciso outra vez envolver-se profundamente no desenvolvimento de uma teoria geral da mudança científica. E não há melhor lugar para começar do que uma séria apreciação dos modelos de ciência atualmente disponíveis.

Acordo e desacordo entre teorias da mudança científica

Um exame das conseqüências detalhadas dos vários modelos,

particularmente quando estão organizadas tematicamente (como a seguir), demonstra nitidamente que esses modelos de larga escala enfatizam certos problemas a expensas de outros, que apresentam áreas substanciais de acordo e que geralmente os debates entre eles limitam-se a certos pontos muito específicos.

As principais afirmações nas áreas de acordo são (3):

- (1) as unidades mais importantes para a compreensão da mudança científica são estruturas conceituais de larga escala e de vida relativamente longa, chamadas, por diferentes teóricos, de *paradigmas*, *teorias globais*, *programas de pesquisa* ou *tradições de pesquisa*, que por neutralidade chamaremos *suposições diretivas*.
- (2) As suposições diretivas, uma vez aceitas, raramente ou nunca são abandonadas simplesmente porque enfrentam dificuldades empíricas. Elas tendem a perdurar apesar dos testes observacionais ou experimentais negativos. Em suma, a evidência negativa é menos importante na avaliação de teorias de larga escala do que comumente se pensa. Essa conclusão conflita obviamente com a insistência popperiana anterior no papel central da refutação e com a suposição de senso comum da maioria dos cientistas e historiadores em atividade de que a evidência contrária atinge fatalmente qualquer estrutura teórica sob teste.
- (3) Os dados não determinam completamente a escolha de teoria, isto é, as observações e os experimentos não proporcionam uma base suficiente para escolhas sem ambigüidade entre conjuntos de suposições diretivas ou entre teorias rivais.
- (4) Fatores metafísicos, teológicos e outros fatores não científicos desempenham um importante papel na avaliação de teorias científicas ou suposições diretivas. A avaliação é mais do que uma simples questão de relacionar as suposições diretivas ou a teoria com a evidência.
- (5) As avaliações das suposições diretivas dependem tanto dos juízos sobre seu potencial quanto dos relatos de seu desempenho, e a primeira não se reduz à segunda.
- (6) Os cientistas não fazem juízos absolutos sobre os méritos ou deméritos de um conjunto particular de suposições ou de uma teoria particular, mas juízos comparativos em relação aos rivais existentes.
- (7) Não há observações neutras na ciência; pelo contrário, todas elas estão carregadas de teorias, embora não estejam necessariamente carregadas com as teorias em cuja competição elas arbitram.
- (8) A geração de novas teorias científicas, ou a modificação das existentes, não é um processo aleatório; pelo contrário, na maior par-

te dos casos ela ocorre de acordo com uma heurística ou um conjunto de diretrizes.

- (9) As suposições diretivas nunca são abandonadas a menos que haja um novo conjunto disponível para substituí-las.
- (10) Numa ciência, a coexistência de conjuntos rivais de suposições diretivas é a regra e não a exceção. O debate sobre conjuntos rivais de suposições não alterna com períodos de assentimento universal a um conjunto, mas ocorre constantemente.
- (11) Um conjunto de suposições diretivas defronta-se sempre com dificuldades empíricas aparentes.
- (12) Os novos conjuntos de suposições diretivas e os conjuntos bem-estabelecidos não são julgados pelas mesmas medidas.
- (13) Um conjunto posterior de suposições diretivas raramente acomoda todos os êxitos explicativos de seus predecessores. No processo de substituição, há tanto perdas como ganhos.
- (14) A maquinaria técnica da teoria da confirmação e da lógica indutiva pouco ou nada elucida a apreciação de teoria.
- (15) A avaliação de teorias científicas de um nível inferior baseia-se em parte no êxito das suposições diretivas com as quais elas estão associadas.
- (16) As teorias defrontam-se sempre com dificuldades empíricas aparentes e nunca são abandonadas simplesmente por causa dessas dificuldades.
- (17) As soluções dadas aos problemas por uma teoria científica são freqüentemente reconhecidas como aproximadas apenas quando essa teoria foi substituída por uma nova teoria.

Essa lista é surpreendente. Antes do giro histórico, poucos desses pontos teriam encontrado algum forte defensor. Hoje são tomados por muitos como suposições centrais para os modelos de mudança científica. Aqueles numerosos cientistas naturais e sociais, e eles são muitos, que invocam Kuhn ou outros recentes teóricos da mudança para apoiar suas análises da ciência estão aceitando posições que, estejam eles cientes disso ou não, há apenas um quarto de século pareceriam exorbitantes. Obviamente, o fato de que diversos teóricos da mudança concordam com essas afirmações não as torna verdadeiras; pois, como salientamos, a maioria delas nunca foi seriamente testada. Alguns pontos, por serem de lógica ou epistemologia analítica (como a impregnação teórica da observação ou as ambigüidades da refutação), talvez não dependam de escrutínio empírico em sua fundamentação. Outros, entretanto, são afirmações contingentes sobre como a ciência funciona e seguramente requerem fundamentação empírica antes de serem tomados como corretos.

Há numerosos pontos em que as teorias da mudança científica que examinamos fazem afirmações conflitantes. Nas áreas de desacordo, destacam-se:

- (1) A estrutura e função exatas das suposições diretivas, inclusive se elas são explícitas e se mudam gradualmente diante da crítica.
- (2) A relação entre os velhos e os novos conjuntos de suposições diretivas, em particular, que aspectos de um velho conjunto devem ser apreendidos pelo seu sucessor e qual vem a ser a perda de conteúdo empírico na mudança de um conjunto de suposições diretivas para outro.
- (3) Se a mudança de suposições diretivas ocorre de forma global, de modo que um cientista muda de idéia sobre todo elemento do conjunto de suposições em um instante, ou se ocorre paulatinamente, de modo que o cientista muda de idéia sobre diferentes elementos do conjunto de maneira seqüencial.
- (4) Se a substituição das suposições diretivas é causada externamente e de modo não razoado – talvez como resultado da propaganda ou de uma mudança de Gestalt – ou se os cientistas são guiados inteiramente por razões cientificamente relevantes quando eles mudam de posição.
- (5) Que fatores influenciam a aceitação ou rejeição de suposições diretivas (admitindo-se o consenso sobre certos fatores gerais descritos na lista anterior).
- (6) Se há comensurabilidade entre conjuntos rivais de suposições diretivas e se os cientistas que subscrevem diferentes conjuntos podem comunicar-se plenamente entre si.
- (7) Se os cientistas que trabalham com diferentes suposições diretivas compartilham regras ou objetivos.
- (8) Se as regras metodológicas proporcionam uma base suficiente para decidir entre teorias.
- (9) Se há uma distinção viável entre ciência e não-ciência.
- (10) Se há uma distinção viável entre ciência madura e ciência imatura.
- (11) Se as suposições diretivas estão explícitas desde o início, se é que alguma vez.
- (12) Se as suposições diretivas são completa ou apenas parcialmente substituídas durante uma revolução.
- (13) Se os padrões metodológicos são formulados apenas quando as suposições diretivas são questionadas ou de modo rotineiro.
- (14) Se a mudança de suposições diretivas sempre produz mudanças nos padrões metodológicos.

Há alguns problemas importantes, tão surpreendentes quanto as áreas de acordo e desacordo entre os vários modelos de mudança cien-

tífica, que raramente são tratados. Em primeiro lugar, uma consequência inadvertida da concentração em suposições diretivas foi que todos os modelos em questão lidam com mudanças na ciência em períodos relativamente longos, não com sua prática diária. Em particular, os autores têm pouco a dizer substancialmente sobre a estrutura (por oposição ao teste) de teorias científicas individuais. Essa lacuna é particularmente notável à luz da importância central que os empiristas conferem à compreensão da sintaxe e semântica de teorias particulares. Para os membros da escola histórica, o problema evidentemente alterou-se. Mas embora discordassem em vários pontos das concepções positivistas sobre a estrutura da teoria (por exemplo, a possibilidade de distinguir claramente a teoria da observação), eles não apresentaram uma alternativa sistemática às antigas concepções.

Teste de modelos de mudança científica

Essas teses e esses temas não foram compilados como fins em si mesmos, não importa o quanto revelem sobre algumas pressuposições feitas por teóricos da mudança científica. Pelo contrário, eles foram compilados para facilitar o teste empírico de algumas das numerosas afirmações sobre a mudança científica que, no momento, estão em discussão. Para colocar devidamente em perspectiva o atual trabalho é preciso, de algum modo, considerar as questões que importam nesse teste.

Primeiramente, o teste não será simples. Com efeito, se uma coisa aprendemos sobre os modelos de mudança científica, é que as confrontações diretas entre teorias e dados são quase impossíveis e que as confirmações ou refutações inequívocas de teorias raramente ocorrem. A impregnação teórica da observação, a dificuldade de decidir que atitudes tomar diante de refutações aparentes e o caráter inconclusivo da confirmação nos asseguram que o teste é uma questão complexa e difícil. Seria ingênuo não aprender essas lições da própria ciência, ou supor que a metaciência possa livrar-se das complexidades do teste de teoria na ciência.

No entanto, os problemas inerentes ao teste empírico de teorias não constituem razão para a pusilanidade ou a desesperança. Assim como a partir da ciência podemos aprender como é difícil o teste, também podemos ver como ele é essencial. Recusar-se a submeter a teste empírico as teorias da mudança científica porque a empresa é difícil seria equivalente a abandonar o postulado empírico de que nossas crenças deveriam formar-se pela evidência. Nega-se, às vezes, que os modelos de mudança científica possam ser vigorosamente testados porque os his-

toridores da ciência que poderiam fazer estudos de caso relevantes não são partícipes "neutros", mas trazem consigo certas suposições teóricas prévias que lhes são próprias para a seleção de dados a serem incluídos na análise. Isso pode acontecer e nós seríamos os últimos a negar que a pesquisa histórica esteja *carregada de teoria*. Mas a impregnação teórica dos dados é um risco em todas as formas de pesquisa empírica: seu risco não parece maior aqui do que em qualquer outro lugar. Em suma, os modelos de mudança defrontam-se normalmente com essas dificuldades, e não excepcionalmente. As conclusões a serem extraídas da dificuldade de testar são que os testes devem ser elaborados tão cuidadosamente quanto possível, não que eles não deveriam ser realizados, e que serão necessários testes empíricos persistentes, não apenas um teste crucial do tipo tudo-ou-nada.

Na bibliografia, listamos numerosos estudos de caso (alguns deles dos autores deste trabalho), que têm o propósito de testar teorias da mudança científica. Um exame dessas publicações revela conclusões totalmente contrárias. Há diversas razões para esse resultado inconclusivo. Desconsiderando o fato de que alguns estudos de caso foram escritos sem levar em conta o âmbito apropriado de habilidades históricas, filosóficas ou científicas, é claro que muitos dos declarados estudos de caso não são de forma alguma *testes* da teoria em questão; são, antes, aplicações da teoria a um caso particular. Empregar desse modo as teorias da mudança pode ser útil para dirigir a atenção a aspectos ainda negligenciados do desenvolvimento da ciência. Mas essas aplicações, que tratam o modelo em questão como não sendo problemático, deixam de ter valor probatório; no extremo, elas simplesmente geram evidências especiosas para o modelo em questão. O problema exacerba-se pelo fato de que os estudos de caso normalmente procuram comparar alguma teoria da mudança em sua totalidade com o caso em questão. Visto que a maioria das teorias da mudança científica está aberta a uma variedade de interpretações, e visto que é difícil saber a quem atribuir a culpa em caso de inadequação, essas comparações globais tendem a ser insatisfatórias. Uma abordagem mais promissora é distinguir as afirmações, formulá-las tão precisamente quanto possível e testá-las individualmente. Apenas raramente isso tem sido feito (4). Por fim, pouquíssimos estudos tentaram comparar a capacidade de modelos rivais para explicar o caso investigado.

Talvez convenha mencionar que esse teste de teorias da mudança, tal como ele é aqui defendido, é um empreendimento muito diferente de boa parte do atual trabalho em história da ciência. Os historiadores da ciência comumente examinam como vários fatores modelaram a es-

trutura e direção do empreendimento científico, ao invés de examinarem como padrões gerais de desenvolvimento caracterizaram todos os episódios. Enfocam a unicidade de cada episódio, ao invés de enfocarem os aspectos que ele compartilha com outros episódios. A maior parte da pesquisa histórica tem como objetivo a construção de uma *narrativa analítica* da história social e cultural, não a teoria da ciência.

Outro problema na construção de testes tem que ver com a escolha dos casos de teste. Por exemplo, supõe-se que a afirmação em pauta aplica-se somente às ciências físicas, como Kuhn e Lakatos frequentemente afirmam, ou a toda investigação intelectual, como em algumas teses de Laudan? Pretende-se aplicar a afirmação somente à ciência recente ou "madura"; ou supõe-se que ela seja igualmente aplicável a todos os períodos do desenvolvimento? O domínio de aplicação tencionada das afirmações depende claramente do planejamento de testes relevantes à sua avaliação. É crucial ter-se isso em mente, pois as afirmações gerais sobre a *ciência* foram frequentemente protegidas da refutação por respostas expeditas ou oportunistas a essas questões.

Uma vez identificados os critérios apropriados para a seleção do caso ou dos casos, cabe fazer certas considerações muito práticas. Há material histórico adequado para testar a afirmação em questão? As afirmações sobre a motivação ou as intenções dos cientistas provavelmente serão indecidíveis sem o acesso a materiais manuscritos como os diários e a correspondência privada, ao passo que as afirmações sobre seus pronunciamentos públicos podem ser decididas com base em relatos publicados. A escala temporal escolhida é apropriada à tese em questão? As afirmações sobre a natureza das revoluções científicas terão que ser testadas diante de um período histórico mais longo do que no caso das afirmações sobre como a ciência reage a anomalias individuais. Similarmente, há um número suficiente de cientistas na amostra? Muitas das teses equivalem a afirmações estatísticas sobre o comportamento dos cientistas, e elas só podem ser decididas com amostras relativamente grandes.

No estabelecimento de um teste e na resposta às questões acima colocadas, haverá uma série de problemas sobre como implementar o teste das afirmações em pauta. Quem deve ser considerado como um cientista? Que critérios devem ser utilizados para decidir quando um cientista aceitou uma teoria? Em muitos casos, haverá uma considerável latitude para as interpretações na resposta a tais questões. O importante é que essas ambigüidades sejam explicitamente mencionadas, de modo que os outros possam examinar as suposições que governam o planejamento do teste.

S I D E R E V S N V N C I V S

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
unicuique, præsertim verò

PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, qua à

GALILEO GALILEO PATRITIO FLORENTINO

Patauini Gymnasij Publico Mathematico

PERSPICILLI

Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-
NUMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,

Aprime verò in

QVATVOR PLANETIS

Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeri-
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque
diem cognitos, nouissimè Author depræ-
hendit primus; atque

MEDICEA SIDERA A

NVNCVPANDOS DECREVIT.



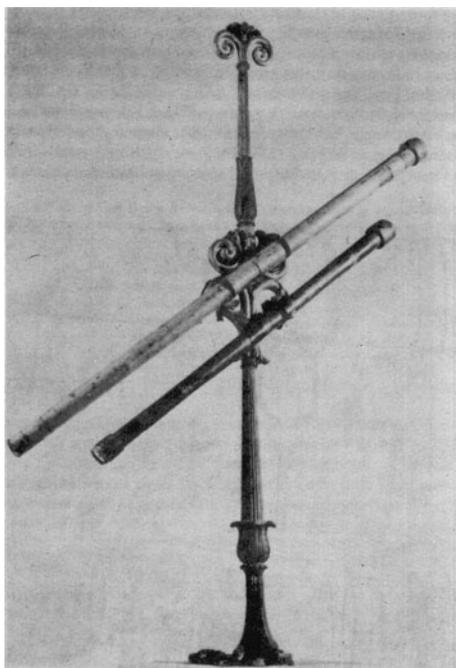
VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M D C X.

Superiorum Permissu, & Prælegio.

Eis o que diz a capa de Sidereus Nuncius: A Mensagem das Estrelas, desvendando grandes e muito admiráveis espetáculos, e convidando à sua contemplação a todos, especialmente aos filósofos e astrónomos, tais como foram observados por Galileo Galilei Nobre Florentino professor de Matemática na Universidade de Pádua, com o auxílio de um Óculo Astronômico, há pouco inventado por ele, na superfície da Lua, em inumeráveis Estrelas Fixas, na Via Láctea, em nebulosas e sobretudo em Quatro Planetas, que giram com admirável rapidez em torno de Júpiter em diferentes distâncias e períodos, os quais ninguém conhecia antes do Autor havê-las descoberto recentemente, e que decidiu denominar Astros Médicos. Veneza, 1610.



Galileo Galilei (1564-1642) e o telescópio que construiu em 1609

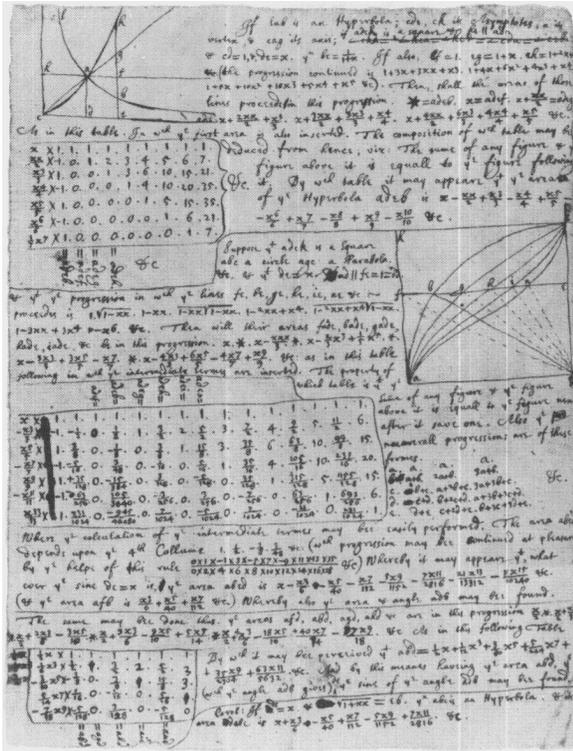


Todas essas considerações são preliminares à interpretação da evidência que apóia as afirmações. As afirmações assumem diferentes formas que obviamente influenciarão que tipos de teste são considerados decisivos. Dois dos mais importantes contrastes estão entre afirmações causais e correlativas, e entre afirmações estatísticas e universais. As afirmações correlativas (isto é, as que asseveram que dois eventos sempre, ou na maior parte das vezes, ocorrem juntos ou numa certa seqüência; por exemplo, que as revoluções científicas sempre são acompanhadas por um empenho de reescrever os compêndios) são mais fáceis de confirmar ou refutar do que as afirmações de que um evento causa outro (por exemplo, que uma proliferação de anomalias precipita uma crise no paradigma existente). As afirmações universais segundo as quais todos os cientistas comportam-se de certa maneira, ou de que as suposições diretivas têm uma certa estrutura, são similarmente um tanto mais fáceis de tratar do que as afirmações estatísticas de que a maioria dos cientistas comporta-se de certa maneira ou de que a maioria das suposições diretivas tem uma determinada estrutura.

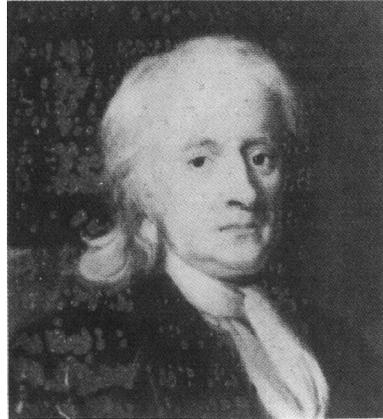
Glossário

Dificuldade empírica (*empirical difficulty*)

Uma dificuldade empírica enfrentada por uma teoria é uma



Cortesia Editora da USP (Edusp)



Cortesia Editora da USP (Edusp)

Extrapolando uma sequência, Issac Newton (1642-1727) descobre a série binomial

observação ou um resultado experimental para o qual a teoria oferece previsões imprecisas. Também inclui casos em que a teoria deixa de fazer uma previsão em circunstâncias em que se esperaria que ela fizesse. Assim, a teoria do átomo de hidrogênio, proposta por Bohr em 1913, deixou de prever as intensidades das linhas espectrais, embora fosse claro que essa informação deveria ser recuperável de qualquer teoria adequada do átomo de hidrogênio.

Exemplar (exemplar)

Um modelo para a pesquisa científica que assume a forma de uma solução exemplar para um problema. O conceito é exclusivo de Kuhn e por isso o seu termo foi mantido.

Fenômeno (phenomenon)

O termo *fenômeno* refere-se a resultados experimentais e a eventos ou processos que são observáveis ou detectáveis por meios experimentais ou outros meios observacionais. Alguns fenômenos, inclusive muitos daqueles que os cientistas chamam *efeitos*, não ocorrem naturalmente, mas são tecnologicamente manufaturados. Esses fenômenos não são meramente observados, mas controlados. Fenômenos são o que as teorias explicam ou preveem. Tal como é aqui utilizado, o termo *fenô-*

meno não traz a sugestão de algo incomum ou inesperado, ainda que alguns efeitos tenham essas duas características.

Objetivos (*aims*)

Um objetivo cognitivo ou epistêmico geral da ciência, tal como a verdade, a simplicidade, a precisão preditiva etc. Nessas teses, os objetivos *não* incluem o que se poderia chamar *objetivos de aplicação*, isto é, especificações de quais fenômenos requerem explicação, ou de quais problemas é mais urgente resolver.

Regras (*rules*)

Diretrizes de procedimento concernentes à maneira como se deveria conduzir a pesquisa, apreciar as teorias, realizar os experimentos etc.

Revolução (*revolution*)

A substituição, abrupta ou gradual, de um conjunto de suposições diretivas por outro.

Suposições diretivas (*guiding assumptions*)

Por um substancial período histórico, algumas teorias mantêm-se bem estabelecidas, ficam relativamente isoladas de refutações empíricas, têm amplo domínio de aplicação e são altamente influentes em vários campos científicos. Elas incluem tanto as suposições substantivas acerca do mundo como as diretrizes para a construção de teoria e a modificação de teoria. Essas são diversamente chamadas *paradigmas* (Kuhn), *programas de pesquisa* (Lakatos) e *tradições de pesquisa* (Laudan). Embora alguns filósofos digam coisas conflitantes sobre tais teorias, eles concordam em sua identificação. São exemplos: a física aristotélica, a mecânica newtoniana, o eletroatomismo, a evolução darwiniana, a teoria da relatividade e a mecânica quântica. Aqui tais teorias serão chamadas *suposições diretivas* para distingui-las de teorias mais específicas, restritas, prontamente datáveis e diretamente testáveis, tais com a teoria de Bohr-Kramers-Slater de 1924, a teoria galileana das marés ou a teoria de Brahe do movimento planetário.

Teoria global (*global theory*)

Uma teoria altamente geral que trata dos blocos básicos de construção do mundo (por exemplo, espaço, tempo, matéria e movimento). Estende-se por uma vasta área de campos científicos. Ela difere de um conjunto de suposições diretivas porque lhe faltam os componentes heurístico e metodológico. O termo é aqui utilizado com respeito apenas à obra de Feyerabend e foi incorporado a *conjunto de suposições diretivas* na análise temática.

Teses tematicamente organizadas

Listamos a seguir um conjunto de teses gerais sobre a mudança científica extraídas dos escritos dos autores em nossa amostra. Na maior parte dos casos, as teses estão claramente explícitas nos textos relevantes; onde isso ocorre, apresentamos referências específicas. Em alguns poucos casos, as teses ou estão pressupostas no que o autor diz ou estão de tal modo espalhadas em sua obra que seria tedioso enumerar as referências relevantes. Também estão incluídas diversas teses retiradas das obras de Fleck, Holton, Campbell, Stegmüller, Cohen e Toulmin. Elas não representam todas as afirmações que esses autores fazem sobre a mudança científica, mas apenas aquelas que contrastam mais claramente com as de nossos autores básicos.

Suposições diretivas

- (1) A ciência é uma forma de pesquisa que utiliza conjuntos de suposições diretivas [Kuhn 1970: 4-5; Lakatos 1978: 34, 47; Laudan 1977: 71-2].
- (2) Os conjuntos de suposições diretivas:
 - são constelações de crenças, valores e técnicas compartilhadas por uma comunidade [Kuhn 1970: 175-76; 1977: 294];
 - estão incorporados em realizações específicas que servem como modelos para resolver novos problemas [Kuhn 1970: 10, 43, 188-89; 1977: 284, 301, 306, 313-14, 319];
 - proporcionam critérios para a adequação de soluções de problema [Laudan 1977: 25; Lakatos 1978: 47, 50, 88];
 - proporcionam diretrizes explícitas para a modificação e transformação de teorias, de modo a aperfeiçoar sua eficácia na solução de problemas [Laudan 1977: 79, 92; Lakatos 1978: 47-50, 88];
 - são especificações dos tipos de objetos e processos em um domínio, dos métodos adequados para estudá-los e de um conjunto de objetivos cognitivos [Laudan 1977: 79; 1984: 42; Kuhn 1970: 4-5];
 - identificam problemas que, desse modo, tornam-se os únicos problemas importantes num domínio [Lakatos 1978: 38, 65, 127-28];
 - não são claros no início e permanecem assim por longo tempo [Feyerabend 1975: 177];
 - estão explícitos desde o início [Lakatos 1978: 47-50; Laudan 1977: 86];

- quase nunca estão explícitos [Kuhn 1970: 42, 46, 49; Fleck 1979: 41];
 - possuem núcleos matemáticos estáveis que se mantêm imunes à refutação [Stegmüller 1976: 215];
 - possuem elementos centrais que se mantêm imunes à refutação e que nunca mudam até que o conjunto inteiro seja abandonado [Lakatos 1978: 47-50, 88; Kuhn 1970: 34];
 - possuem elementos centrais que às vezes se modificam de maneira paulatina [Laudan 1977: 99; 1984: 73];
 - possuem idéias centrais que podem ser transformadas quase além do reconhecimento [Cohen 1985: 35];
 - são completamente substituídos durante uma revolução [Kuhn 1970: 92; 1981: 5, 23];
 - incluem elementos que:
 - (a) mostram que uma teoria pode resolver um problema antes de realmente resolvê-lo [Kuhn 1977: 301; Laudan 1977: 43]
 - (b) dão indicações para modificar as teorias a fim de torná-las mais poderosas na solução de problemas [Laudan 1977: 92; Lakatos 1978: 51-2, 63, 65]
 - (c) dirigem a solução de novos problemas, tendo como modelo os velhos problemas [Kuhn 1970: 189-90, 200; 1977: 270, 305-7]
 - (d) dão indicações para a substituição de teorias na ausência de problemas empíricos [Lakatos 1978: 65; Laudan 1977: 47, 88].
- (3) A aceitabilidade de um conjunto de suposições diretivas é em geral julgada com base:
- na precisão empírica [Kuhn 1977: 323];
 - em fatores distintos da precisão empírica [Lakatos 1978: 39, 65, 69, 185; Laudan 1977: 68, 107; Kuhn 1977: 199, 322];
 - no êxito de suas teorias associadas em resolver problemas [Laudan 1977: 82, 124];
 - no êxito de suas teorias associadas em fazer novas predições [Lakatos 1978: 185-86];
 - em sua capacidade de resolver problemas que estão fora do domínio de seu êxito inicial [Kuhn 1970: 206, 208; 1977: 322; Lakatos 1978: 39, 69];
 - em sua capacidade de fazer predições bem-sucedidas utilizando suas suposições centrais, ao invés de utilizar suposições inventadas para o propósito considerado [Lakatos 1978: 185-86];

- em fatores distintos da simplicidade [Kuhn 1977: 324; Lakatos 1978: 129];
 - em critérios estéticos [Kuhn 1970: 158];
 - em fatores distintos da consistência [Lakatos 1978: 58];
 - em sua relação com outras crenças bem-estabelecidas [Kuhn 1977: 22-3; Laudan 1977: 50-4; Fleck 1979: 9];
 - em sua relação com crenças que não são científicas [Kuhn 1970: 199; Laudan 1977: 61-4; Feyerabend 1981a: 60];
 - em fatores distintos de suas aplicações práticas [Kuhn 1970: 69].
- (4) Durante, e *apenas durante*, os períodos de acordo sobre as suposições diretivas:
- existe um consenso sobre o que há no mundo, sobre como o mundo interage com nossos sentidos, sobre os tipos de instrumentação e sobre os critérios para as soluções aceitáveis e para a escolha dos problemas a serem pesquisados [Kuhn 1970: 64-5, 37-41; 1977: 277; Feyerabend 1970: 179];
 - os cientistas não visam a produzir novas teorias ou novos fatos, mas ainda assim a ciência os produz [Kuhn 1970: 24, 35, 52, 64, 169];
 - os cientistas sempre visam a produzir novos fatos [Popper 1963: 241; Lakatos 1978: 36, 52];
 - o item básico de publicação é o artigo de pesquisa [Kuhn 1970: 20-1];
 - os cientistas procuram simplificar as fórmulas [Kuhn 1977: 300];
 - esse acordo é universal, envolvendo virtualmente todos os cientistas na comunidade [Kuhn 1970: 183-5; 1977: 321, 329];
 - a comunicação entre os cientistas é em geral bem-sucedida [Kuhn 1970: 182; 1977: 297].
- (5) A aceitação de um conjunto dominante de suposições diretivas começa a enfraquecer quando:
- surgem dificuldades empíricas *persistentes* [Kuhn 1970: 69];
 - alguns poucos cientistas sentem que as suposições diretivas dominantes não mais funcionam adequadamente (estão deixando de prever novos fenômenos) [Kuhn 1970: 92; 1977: 281].
- (6) Quando um conjunto de suposições diretivas passa por dificuldades empíricas:
- os cientistas acreditam que isso reflete negativamente sobre sua habilidade, ao invés de refletir as inadequações nas suposições diretivas [Kuhn 1970: 35, 80; 1977: 362-3];

- os cientistas estão preparados para deixar as dificuldades sem solução durante anos [Kuhn 1970: 81; Fleck 1979: 30-1];
 - os cientistas freqüentemente recusam-se a modificar tais suposições [Kuhn 1977: 288; Lakatos 1978: 111, 126, 128];
 - os cientistas desconsideram as dificuldades enquanto as suposições diretivas continuarem a antecipar com êxito novos fenômenos [Lakatos 1978: 111, 126];
 - os cientistas acreditam que tais dificuldades constituem razão para rejeitar as suposições diretivas somente se elas persistentemente resistem à solução [Kuhn 1970: 69; 1977: 272; Lakatos 1978: 16, 72, 76, 86, 111];
 - os cientistas freqüentemente introduzem hipóteses que não são testáveis a fim de salvar as suposições diretivas [Lakatos 1978: 126].
- (7) Qualquer conjunto de suposições diretivas pode vir a parecer empiricamente bem-sucedido, desde que um número suficiente de cientistas aptos trabalhe nele [Lakatos 1978: 111; Feyerabend 1975: 153-4, 157].
- (8) A competição entre conjuntos de suposições diretivas:
- é a exceção e não a regra [Kuhn 1970: 178];
 - é a regra e não a exceção [Lakatos 1978: 69; Laudan 1977: 74; Feyerabend 1981b: 142, 145];
 - dá origem a períodos de rivalidade que alternam com períodos de consenso sobre as suposições diretivas [Kuhn 1970: 92-4];
 - dá origem a uma competição persistente que não decresce por longos períodos de consenso [Feyerabend 1981b: 142; Laudan; Lakatos].
- (9) Os conjuntos de suposições diretivas em competição:
- com freqüência são utilizados simultaneamente na pesquisa científica [Lakatos 1978: 112; Laudan 1977: 110];
 - com freqüência são opostos polares, como a óptica ondulatória e a corpuscular [Holton 1973: 99].
- (10) Um conjunto de suposições diretivas nunca é rejeitado a menos que um conjunto alternativo esteja disponível [Kuhn 1970: 77, 79, 145, 147; 1977: 272; Lakatos 1978: 69, 72, 111; Laudan 1977: 71, 109; Feyerabend].
- (11) Os novos conjuntos de suposições diretivas:
- são introduzidos apenas quando a adequação do conjunto prevalecente já tiver sido colocada em questão [Kuhn 1970: 67, 74-5, 97; 1977: 235; 1963: 349, 365];
 - explicam todos os fenômenos explicados pelo conjunto anterior [Lakatos 1978: 39, 69];

- com freqüência não têm precisão empírica maior do que o conjunto anterior [Kuhn 1977: 323];
- com freqüência levam ao abandono de concepções de mundo extracientíficas com as quais eles são incompatíveis [Laudan 1977: 101];
- têm surpreendentes confirmações antes de passarem por dificuldades empíricas [Fleck 1979: 9, 28-9];
- são sugeridos muito antes de se oferecer uma boa fundamentação para eles [Fleck 1979: 9; Kuhn 1970: 156, 158; Feyerabend 1981b: 141];
- com freqüência são aceitos por razões estéticas, mas quase nunca são explicitamente defendidos por tais razões [Kuhn 1970: 155-56, 158];
- raramente resolvem de início mais que alguns poucos problemas, e ainda de modo imperfeito [Kuhn 1970: 156];
- enfrentam numerosas dificuldades aparentes que são amplamente notadas [Lakatos 1978: 37, 126, 128; Laudan 1977: 17-18; Feyerabend 1976: 55, 58, 65, 66; 1981a: 106; Kuhn 1970: 80];
- freqüentemente levam a uma reinterpretação da evidência que previamente se pensava apoiar um predecessor [Feyerabend 1981a: 61];
- são sugeridos e seriamente explorados muito antes de conseguirem superar as suposições diretivas anteriores [Feyerabend 1981b: 141; Laudan 1977: 150-1];
- são sugeridos mas desconsiderados muito antes de se notar que as suposições diretivas prévias estão em dificuldade [Kuhn 1970: 24, 75];
- são desenvolvidos, aceitos e explorados antes de serem propostos argumentos aparentemente decisivos em seu favor [Kuhn 1970: 156, 158; Feyerabend];
- são julgados por medidas diferentes daquelas utilizadas para teorias bem estabelecidas [Kuhn 1970: 156; Laudan 1977: 110; Feyerabend 1975: 183];
- são tomados como dignos de investigação por causa, em grande parte, de fatores externos à ciência [Toulmin 1967: 463];
- possuem desde o início um núcleo que consiste em estruturas matemáticas [Stegmüller 1978: 219].

(12) Um conjunto de suposições diretivas sucessor:

- raramente acomoda todos os êxitos explicativos de seu predecessor [Kuhn 1970: 167; Feyerabend; Laudan 1977: 17];

- sempre acomoda todos os êxitos explicativos de seu predecessor [Popper 1959: 121-22; 1963: 241-42; Lakatos 1978: 32, 39, 69];
 - raramente é tão geral quanto seu predecessor [Feyerabend 1975: 176];
 - é sempre mais geral que seu predecessor [Popper 1959: 276; 1963: 241; Lakatos 1978: 32];
 - raramente é tão preciso quanto seu predecessor [Kuhn 1977: 323];
 - é sempre tão preciso quanto seu predecessor [Kuhn 1977: 320];
 - raramente acomoda todos os problemas empíricos resolvidos de seu predecessor [Laudan 1977: 17];
 - sempre acomoda todos os problemas empíricos resolvidos de seu predecessor [Lakatos 1978: 32; Kuhn 1977: 320];
 - raramente resolve todas as anomalias de seu predecessor [Laudan 1977: 140; Feyerabend 1975: 29, 39, 41; 1981b: 142-4];
 - sempre resolve algumas das anomalias de seu predecessor [Lakatos 1978: 39];
 - raramente acomoda todas as conseqüências observacionais de seu predecessor [Kuhn 1970: 114-15, 167];
 - sempre acomoda todas as conseqüências observacionais de seu predecessor [Popper 1959: 121-22];
 - raramente acomoda todas as predições confirmadas de seu predecessor [Lakatos 1978: 39, 69];
 - sempre acomoda todas as predições confirmadas de seu predecessor [Lakatos 1978: 32];
 - raramente subsume todas as supostas leis da natureza de seu predecessor [Popper 1972: 198].
- (13) Os proponentes de diferentes conjuntos de suposições diretivas:
- atribuem diferentes significados aos termos ordinários e observacionais utilizados no campo [Feyerabend 1981a: 45; Popper 1958: 128; Kuhn 1970: 101, 111-12, 118-19];
 - não se comunicam plenamente, visto que têm diferentes problemas e padrões de solução e empregam diferentemente experimentos e linguagens similares [Kuhn 1970: 109, 147-49; Feyerabend 1981a: 66];
 - não estão plenamente de acordo a respeito de quais são os problemas mais importantes a resolver [Kuhn 1970: 110; Laudan 1977: 40];

- pensam que os mesmos instrumentos, manipulações e mensurações revelam diferentes coisas sobre a natureza [Kuhn 1970: 129-30, 134];
 - pensam que os livros e artigos do conjunto rival não são adequados ao estudo científico [Kuhn 1970: 167];
 - freqüentemente pensam que os exemplares relacionam-se entre si de diferentes maneiras [Kuhn 1970: 200, 285; 1981: 26];
 - têm diferentes problemas e diferentes padrões de solução [Kuhn 1970: 92, 103, 106, 108, 109];
 - vêem o mundo através de óculos conceituais diferentes [Kuhn 1970: 102; Feyerabend 1981a: 55].
- (14) As disputas sobre as suposições diretivas:
- ocorrem constantemente [Feyerabend 1981b: 142; Lakatos 1978: 69; Laudan 1977: 74];
 - não ocorrem freqüentemente [Kuhn 1970: 91; 1977: 273].
- (15) Os cientistas comumente deslocam-se de um conjunto de suposições diretivas para um novo conjunto:
- dentro de aproximadamente uma década a partir do reconhecimento de dificuldades empíricas agudas com o conjunto anterior [Kuhn 1970: 75];
 - com uns poucos membros da comunidade deslocando-se inicialmente, e então conquistando a confiança de todos, exceto alguns conservadores [Kuhn 1970: 158, 159; Toulmin 1967: 469];
 - por causa da propaganda dos defensores do novo conjunto, não por boas razões [Feyerabend 1975: 142-43, 153-54; 1970: 302];
 - às vezes mesmo na ausência de teste empírico [Kuhn 1977: 277; Lakatos 1978: 65; Laudan 1977: 47, 88];
 - por razões que variam de cientista para cientista [Kuhn 1977: 329, 333; Laudan 1984: 68; Holton].
- (16) Durante uma mudança nas suposições diretivas (isto é, uma revolução científica):
- os cientistas não estão de acordo sobre as suposições diretivas, e essa discordância intensifica-se com a proliferação de teorias rivais, a crescente ênfase nas dificuldades empíricas, a concentração em áreas de inadequação teórica e o escrutínio dos fundamentos filosóficos [Kuhn 1970: 5, 82-3, 86-8, 91; 1963: 367];
 - a comunidade científica fragmenta-se [Kuhn 1970: 94];

- falha a comunicação entre os cientistas [Kuhn 1970: 109, 147-49];
 - uns poucos cientistas aceitam um novo conjunto de suposições diretivas que promove rápida mudança, mas a resistência intensifica-se quando a mudança parece iminente [Feyerabend 1981b: 146-47; Laudan 1977: 137; Cohen 1985: 35];
 - as suposições diretivas mudam abrupta e totalmente [Kuhn 1970: 92, 103, 106, 108-9, 147-49, 150-51; Stegmüller 1978: 243];
 - as suposições diretivas não mudam abrupta e totalmente [Laudan 1984: 76, 80, 86; Toulmin 1967: 67];
 - a comunidade científica inteira transfere sua confiança para as novas suposições diretivas [Kuhn 1970: 166-67];
 - as teorias específicas podem permanecer inalteradas [Kuhn 1977: 267; Laudan 1977: 96];
 - as teorias podem ser abandonadas, ainda que com êxito dêem conta de entidades consideradas existentes segundo as suposições diretivas prévias [Laudan 1984: 113-14];
 - as suposições diretivas de um campo podem às vezes ser substituídas sem disputa [Kuhn 1970: 181];
 - é possível distinguir quatro estágios sucessivos: a formulação do novo conjunto de suposições diretivas por um pequeno grupo; o compromisso com essas suposições; a disseminação por um mundo científico mais amplo; e a conversão de um significativo número de cientistas [Cohen 1985: 28-32].
- (17) Os cientistas freqüentemente caracterizam as recentes revoluções científicas em seu campo:
- como se as novas suposições pudessem resolver todos os problemas pendentes que levaram ao questionamento das suposições diretivas prévias [Kuhn 1970: 153, 169];
 - como se as novas suposições preservassem grande parte da capacidade de resolver problemas de suas predecessoras [Kuhn 1970: 169];
 - como se as novas suposições fossem mais precisas que suas predecessoras [Kuhn 1970: 153-53];
 - como se as novas suposições pudessem predizer com êxito fenômenos desconhecidos [Kuhn 1970: 97, 154];
 - como se elas fossem uma mudança por mero acréscimo [Kuhn 1970: 139];
 - como se elas fossem conversões holísticas, quando de fato ocorrem paulatinamente [Laudan 1984: 78];
 - como se elas não exigissem uma substancial reinterpretação da evidência [Feyerabend 1975: 89];

- sem oferecer toda a evidência para as novas suposições direti-vas, particularmente nos compêndios e textos de populariza-ção [Kuhn 1970: 136-37; 1977: 327];
- como se ocorresse progresso na transição do antigo para o novo conjunto de suposições diretivas [Kuhn 1970: 166].

Teorias

- (18) As teorias desenvolvidas a partir de um conjunto de suposições diretivas:
- podem ser inconsistentes entre si [Lakatos 1978: 57; Feysabend; Laudan 1977: 81, 85];
 - constituem a base em que se aprecia um conjunto associado de pressupostos estruturais [Laudan 1977: 82];
 - podem não ser afetadas por mudanças nas suposições diretivas [Kuhn 1977: 267; Laudan 1977: 96].
- (19) As teorias são desenvolvidas metodicamente a partir de um conjunto de suposições diretivas, com a utilização de princípios heurísticos contidos nessas suposições [Lakatos 1978: 47, 59; Laudan 1977: 92].
- (20) Os cientistas preferem uma teoria que:
- possa resolver algumas das dificuldades empíricas enfrentadas por suas rivais [Laudan 1977: 18, 27; Kuhn 1979: 148];
 - possa transformar aparentes contra-exemplos em problemas resolvidos [Laudan 1977: 31];
 - possa resolver problemas para cuja solução ela não foi inventada [Laudan 1984: 100; Lakatos 1978: 32];
 - possa resolver problemas não solucionados pelas suas predecessoras [Kuhn 1970: 97, 153; Lakatos 1978: 66-70; Laudan 1984: 100];
 - possa resolver todos os problemas solucionados pelas suas predecessoras e ainda alguns novos problemas [Lakatos 1978: 32];
 - possa resolver o maior número de importantes problemas empíricos, enquanto gera o menor número de anomalias e dificuldades conceituais importantes [Laudan 1977: 5, 13, 66, 68, 119].
- (21) A apreciação de uma teoria:
- baseia-se em parte na sua consistência interna e consistência com outras crenças predominantes [Laudan 1977: 14, 49];
 - baseia-se em seu caminho geral trilhado em busca da solução de problemas, não em seu êxito específico em lidar com problemas atualmente em discussão [Laudan 1977: 97];

- baseia-se no êxito das suposições diretivas com as quais a teoria está associada [Lakatos 1978: 33-35, 47; Laudan 1977: 107; Feyerabend 1975: 181-82];
 - baseia-se inteiramente naqueles fenômenos coletados com o propósito expresso de testar a teoria e que não seriam reconhecidos senão por essa teoria [Lakatos 1978: 38];
 - não se baseia em ela resolver problemas socialmente importantes ou urgentes [Laudan 1984: 98; Kuhn 1970: 69];
 - baseia-se em fenômenos que podem ser detectados ou medidos sem o emprego de suposições extraídas da teoria sob avaliação [Laudan 1977: 143];
 - baseia-se comumente em apenas alguns poucos experimentos, mesmo quando tais experimentos tornam-se as razões para abandonar a teoria [Lakatos 1978: 65];
 - é às vezes favorável mesmo quando os cientistas não acreditam completamente na teoria, especificamente quando a teoria revela um elevado índice de solução de problemas [Laudan 1977: 22-23, 110, 119, 125];
 - é relativa às doutrinas prevaletentes de avaliação de teoria e às teorias rivais no campo [Laudan 1977: 1-3, 124; 1984: 27-8; Kuhn 1983a: 684];
 - ocorre em circunstâncias em que os cientistas comumente podem dar razões para identificar certos problemas como cruciais para testar uma teoria [Laudan 1984: 10];
 - depende de certos testes considerados *cruciais* porque seu resultado permite uma clara escolha entre teorias que competem [Laudan 1984: 100].
- (22) Além de utilizar critérios empíricos para avaliar teorias, os cientistas também julgam as teorias em termos de sua:
- clareza e coerência conceitual [Laudan 1977: 45, 49];
 - consistência [Laudan 1977: 49];
 - compatibilidade com crenças metafísicas [Feyerabend 1981a: 60; Laudan 1977: 49, 55; Kuhn 1977: 325];
 - compatibilidade com teorias em outros campos [Laudan 1977: 49, 55].
- (23) As dificuldades empíricas que uma teoria enfrenta:
- nunca são suficientes para provocar a rejeição dessa teoria [Feyerabend 1981b: 142; Lakatos 1978: 71-2; Laudan 1977: 27; Kuhn 1970: 77-80];
 - sempre estão presentes [Feyerabend 1975: 55, 58, 65-66; 1981a: 106; Lakatos 1978: 48, 50; Kuhn 1970: 52, 80];

- são freqüentemente suspeitas, pois dependem de suposições derivadas das teorias rivais [Feyerabend 1975: 67; Lakatos 1978: 14-16, 40-1, 43, 45, 62, 73-4, 111];
 - raramente são consideradas insolúveis pelos proponentes dessa teoria [Lakatos 1978: 35; Kuhn 1970: 35-37, 52];
 - freqüentemente podem ser encontradas apenas com o desenvolvimento de uma teoria rival [Feyerabend 1975: 29, 39, 41; 1981b: 142];
 - levantam dúvidas sobre todas as suposições colaterais envolvidas na derivação da predição errada, assim como sobre a teoria [Lakatos 1978: 16, 40-1, 111; Laudan 1977: 27, 41];
 - são freqüentemente *neutralizadas* pelo desenvolvimento de hipóteses auxiliares salvadoras [Lakatos 1978: 14-17, 43, 45, 62, 73-4].
- (24) Quase todas as teorias derivam seu apoio empírico de alguns poucos testes bem-sucedidos e têm que ser emendadas ou torcidas para dar conta das evidências restantes [Feyerabend 1975: 55, 65, 98; 1970: 296].
- (25) As teorias nunca predizem fenômenos sem utilizar hipóteses adicionais separadas da teoria [Lakatos 1978: 16, 40-1, 111; Laudan 1977: 72; Kuhn 1970: 46; Feyerabend 1965: 167].
- (26) Uma predição bem-sucedida confirma todas as suposições utilizadas em sua derivação [Lakatos 1978: 16-17; Laudan 1977: 43].
- (27) Somente à luz de soluções posteriores é que as soluções prévias aos problemas são freqüentemente reconhecidas como apenas aproximadas [Laudan 1977: 22-4; Lakatos 1978: 50-1; Kuhn 1970: 30-1; Feyerabend].

Dados

- (28) Os dados empíricos:
- não seriam investigados não fosse a atenção voltada a eles pelas suposições diretivas [Kuhn 1970: 24, 76, 84, 163-64, 192-94; 1977: 308-9; 1963: 357];
 - são tomados como diferentes após uma mudança nas suposições diretivas [Kuhn 1970: 111-12, 118-19];
 - diferem quando se aplicam diferentes suposições diretivas aos mesmos fenômenos naturais [Kuhn 1970: 123-24, 126];
 - uma vez considerados verídicos, podem ser desconsiderados após uma mudança nas suposições diretivas [Kuhn 1970: 129];
 - definem parcialmente os conceitos utilizados para descrevê-los [Kuhn 1970: 197; 1977: 303, 308];

- estão carregados de teoria [Popper 1959: 94-5; Kuhn 1970: 123-24, 126; Lakatos 1978: 14; Laudan 1977: 15];
- sempre pressupõem uma teoria concernente ao funcionamento dos instrumentos utilizados para coletá-los [Lakatos 1978: 14-16, 43, 45, 62, 73-4];
- são coletados antes mesmo de haver uma teoria dos instrumentos utilizados para coletá-los [Feyerabend 1975: 103; Lakatos 1978: 14-16];
- são valorados por sua precisão somente se suas implicações teóricas forem incertas [Lakatos 1978: 73, 78];
- são valorados de acordo com o valor da teoria que testam [Lakatos 1978: 73, 78];
- variam em importância em diferentes contextos históricos [Laudan 1977: 33];
- serão aceitos como autênticos somente após prolongado escrutínio, a menos que sejam antecipados por teoria [Kuhn 1970: 53-4, 57-8, 75; 1977: 166, 171, 174, 175].

Métodos e Objetivos

- (29) As regras metodológicas:
- são formuladas explicitamente somente quando as suposições diretivas estão em disputa [Kuhn 1970: 47-8];
 - são rotineiramente formuladas de modo explícito [Popper 1959: 53; Lakatos 1978: 48-9; Laudan 1977: 80-1];
 - são independentes de assuntos não científicos [Kuhn 1970: 164];
 - são dependentes de assuntos não científicos [Toulmin 1967: 465];
 - definem problemas solúveis [Kuhn 1970: 37, 164; Laudan 1977: 25];
 - não determinam de maneira única a ontologia das teorias científicas [Laudan 1984: 75];
 - não mudam quando mudam as suposições diretivas [Kuhn 1977: 335; Lakatos 1978: 47];
 - sempre mudam quando mudam as suposições diretivas [Kuhn 1970: 92, 103, 106, 108, 109];
 - às vezes mudam quando mudam as suposições diretivas [Laudan 1984: 33-40];
 - são sempre imprecisas [Kuhn 1977: 321-22; Laudan 1984: 52];
 - invariavelmente conflitam entre si quando tomadas em conjunto [Kuhn 1977: 321-22];

- não proporcionam decisões mecanicamente [Kuhn 1977: 331];
 - são reiteradamente violadas em casos importantes [Feyerabend 1975: 23, 112];
 - são entendidas pelos cientistas como criadoras de consenso [Laudan 1984: 6];
 - são às vezes o próprio objeto de disputa [Laudan 1984: 12, 33, 37, 46, 52, 97];
 - freqüentemente proporcionam argumentos compulsivos para a escolha entre conjuntos rivais de suposições diretivas [Laudan 1984: 25, 28-30, 92];
 - não proporcionam argumentos lógicos ou probabilisticamente compulsivos para a escolha entre suposições diretivas [Kuhn 1970: 94];
 - são compartilhadas por conjuntos de suposições diretivas em competição [Lakatos 1978: 47];
 - são revistas se entram em conflito com uma importante teoria [Laudan 1977: 58, 59; 1984: 38-40];
 - não são especificadas de modo único pela especificação de objetivos [Laudan 1984: 37-8, 41];
 - são às vezes abandonadas quando entram em conflito com uma teoria aceita, e não o inverso [Laudan 1977: 58-9];
 - mudam com o tempo [Laudan 1984: 33-40; Toulmin 1967: 465; Kuhn 1970: 90, 94];
 - não mudam com o tempo [Lakatos 1978: 133-34].
- (30) Os objetivos da ciência:
- são entendidos pelos cientistas como não sendo arbitrários [Laudan 1984: 48];
 - mudam com o tempo [Laudan 1984: 47];
 - são objeto de disputas que não podem ser resolvidas por argumentação razoável [Popper 1959: 53; Lakatos 1978: 42; Kuhn 1970: 148];
 - podem ser objeto de disputa mesmo quando há acordo sobre as regras metodológicas [Laudan 1984: 45];
 - podem ser criticados como irrealizáveis [Laudan 1984: 51, 60];
 - podem ser criticados por não se poder *mostrar* que são realizáveis [Laudan 1984: 52, 61];
 - podem ser criticados por conflitar com teorias importantes [Laudan 1984: 53-60];
 - podem ser diversos, mesmo num único campo [Kuhn 1970: 205].

Periodização e Cumulatividade

- (31) Nos primeiros estágios de uma ciência:
- os fatos são coletados a esmo e todos eles são considerados igualmente importantes [Kuhn 1970: 157];
 - existem escolas em competição que trabalham a partir de diferentes conjuntos de suposições diretivas e procuram minar suas rivais [Kuhn 1970: 12, 13, 15; 1977: 231, 274-75];
 - cada escola considera fundamental apenas aqueles fenômenos de que as suas suposições diretivas podem dar conta [Kuhn 1970: 12-13; 1963: 354];
 - cada escola exhibe a mesma espécie de progresso que ocorre em campos da ciência plenamente desenvolvidos durante os períodos de desacordo sobre as suposições diretivas [Kuhn 1970: 162-63];
 - os resultados são apresentados em livros que desenvolvem o assunto desde os fundamentos e que são dirigidos tanto a especialistas quanto a um grande público [Kuhn 1970: 13, 19-20].
- (32) A transição para uma ciência desenvolvida ocorre apenas uma vez num campo [Kuhn 1970: 17, 79].
- (33) Em uma ciência plenamente desenvolvida:
- há menos diferenças entre os cientistas, e elas são menos divisoras [Fleck 1979: 83];
 - as suposições diretivas são menos óbvias [Holton 1973: 64];
 - a maioria dos pesquisadores, na maior parte do tempo, trata o conjunto dominante de suposições diretivas como imune à crítica [Kuhn 1970: 17; 1977: 273, 275, 295];
 - o conjunto dominante de suposições diretivas não é imune à crítica e as alternativas são intensamente consideradas [Laudan 1977: 134, 138];
 - os problemas práticos e outras considerações extracientíficas não determinam o plano de pesquisa ou a interpretação das descobertas [Kuhn 1970: 36, 96; Laudan 1977: 224; Lakatos 1978: 102; Feyerabend];
 - os resultados de pesquisa são apresentados a sociedades científicas, publicados em revistas especializadas e codificados em compêndios [Kuhn 1970: 19, 137].
- (34) Para revoluções científicas (mudanças nas suposições diretivas), cf. tese número 16 acima.
- (35) O conhecimento científico é cumulativo no sentido de que:
- os cientistas podem selecionar os problemas que sabidamente podem ser resolvidos pelas técnicas existentes durante os pe-

- ríodos de consenso sobre as suposições diretivas [Kuhn 1970: 36, 37, 52, 96, 179; 1977: 234, 235];
- alguns dos problemas resolvidos num período anterior são mantidos em períodos posteriores [Kuhn 1970: 25: 1963: 358];
 - todos os problemas resolvidos num período anterior são mantidos em períodos posteriores [Lakatos 1978: 39, 69];
 - as suposições diretivas abandonadas freqüentemente são retomadas [Holton 1973: 59].
- (36) O conhecimento científico *não* é cumulativo no sentido de que:
- os exemplares, uma vez aceitos, são depois abandonados [Kuhn 1970: 180-81; 1977: 285];
 - as suposições diretivas, uma vez abandonadas, nunca são retomadas [Kuhn 1970: 206];
 - algumas das asserções empíricas associadas ao conjunto de suposições diretivas sempre se perdem quando o conjunto é substituído [Feyerabend 1975: 176; Laudan 1977: 140, 148-49; 1984: 126, 127; Kuhn 1970: 108-9, 148];
 - não se exige que as teorias sucessoras expliquem o êxito de suas predecessoras [Laudan 1984: 132-33].

Miscelânea

- (37) Os campos científicos:
- são definidos pelas comunidades de pesquisadores, não pelas suposições diretivas [Kuhn 1977: 177, 210, 290-91, 295; Fleck 1979: 39];
 - são constituídos de cientistas que geralmente estão de acordo sobre as asserções de sua disciplina, os problemas centrais a serem resolvidos, as técnicas quantitativas e experimentais apropriadas, e as entidades explicativas e teóricas a serem testadas [Laudan 1984: 3];
 - podem, como no caso da bioquímica, ser híbridos de antigos campos [Toulmin 1967: 468].
- (38) As comunidades de pesquisadores:
- são identificadas pelo conjunto de exemplares que aceitam [Kuhn 1970: 187; 1977: 307];
 - definem campos científicos [Kuhn 1970: 177, 210; 1977: 290, 295; Fleck 1979: 39];
 - incorporam a autoridade científica, que cabe à comunidade e não a uma autoridade política externa [Kuhn 1970: 167-8];

- crescem cada vez mais em número de distintas comunidades com o tempo [Kuhn 1977: 289];
 - não concordam plenamente com outras comunidades sobre o que se entende por dados, já que diferentes aspectos da experiência obtêm significância de diferentes exemplares [Kuhn 1977: 308-9];
 - educam novos membros, fazendo-os trabalhar por meio de conjuntos canônicos de soluções de problema [Kuhn 1970: 43, 46-7, 189; 1977: 229, 307; 1963: 331].
- (39) A ciência:
- é única; nenhuma outra atividade caracteriza-se por longos períodos em que a pesquisa é realizada a partir de um simples conjunto de suposições diretivas [Kuhn 1977: 209, 272];
 - é única em submeter todas as suas afirmações ao escrutínio empírico [Popper 1963: 114];
 - não é única como empreendimento intelectual [Laudan 1977: 189-92];
 - deve possuir tanto exemplares como generalizações teóricas [Kuhn 1977: 288];
 - caracteriza-se por séries de teorias. As teorias isoladas não são científicas [Lakatos 1978: 33-5, 47];
 - caracteriza-se por teorias que predizem fenômenos não previstos por teorias predecessoras, ou que enfrentam dificuldades solucionadas por teorias sucessoras. Outras teorias não são científicas [Lakatos 1978: 33-5];
 - caracteriza-se por teorias que enfrentam dificuldades empíricas. Outras teorias não são científicas [Lakatos 1978: 33-5];
 - exhibe as propriedades de seus grupos de praticantes [Kuhn 1970: 210];
 - não é definida pela presença de suposições diretivas, pois muitas não-ciências as possuem [Kuhn 1970: 179; 1977: 259].

Teses de Kuhn

Primeira Fase: Narrativa

O desenvolvimento de uma ciência pode ser descrito em três estágios. No primeiro, que Kuhn chama estágio *pré-paradigmático* ou *imaturo*, não há consenso reinante sobre as suposições diretivas. Em seu estágio desenvolvido, que Kuhn chama de *maduro*, a ciência é unificada e dirigida por um consenso sobre suas suposições estruturais. Kuhn

chama *paradigma* as suposições diretivas de um campo, e *ciência normal* a busca da ciência durante os períodos de consenso sobre o paradigma. Quando o consenso se desfaz, evento este que Kuhn denomina *crise*, a ciência passa por um período de debate sobre suposições que pode ser resolvido pela formação de um novo consenso a respeito de um novo conjunto de suposições diretivas. Quando se efetua tal resolução, o campo terá experimentado aquilo que Kuhn chama uma *revolução científica*.

Antes do estabelecimento de um primeiro consenso sobre as suposições diretivas, existem, em competição, escolas de pesquisadores cujo trabalho se baseia em diferentes conjuntos de suposições. (Esses *grupos* podem ser tão pequenos a ponto de se reduzirem a um membro apenas.) Cada pesquisa de grupo é similar à pesquisa em estágios posteriores, quando se mantém um consenso que reina no campo inteiro, mas durante o estágio anterior os grupos competem e não conseguem obter um corpo cumulativo de conhecimento científico.

A transição para o estágio desenvolvido ocorre quando aqueles que trabalham num campo chegam ao acordo de que um dos competidores é tão promissor que as outras abordagens deveriam ser abandonadas, e o seu trabalho aceito como um modelo para a pesquisa deles. Essa transição, que ocorre apenas uma vez em um dado campo, e é assim irreversível, cria o primeiro consenso sobre as suposições diretivas nesse campo. As suposições fundamentais que guiam o campo estão incorporadas num conjunto de aplicações concretas que proporcionam seus modelos, não num conjunto de regras metodológicas ou princípios explícitos. Embora essas regras e princípios possam ser formulados, eles são derivados dos modelos. O treinamento no campo consiste principalmente em resolver problemas, uma experiência que ensina ao aprendiz como reduzir novas situações de problema aos modelos aceitos.

Quando há um consenso sobre as suposições diretivas, a pesquisa é guiada por um conjunto aceito de suposições fundamentais, que inclui suposições sobre as espécies de entidades no universo, as propriedades fundamentais dessas entidades, as técnicas observacionais e teóricas para executar a pesquisa, os tipos legítimos de problemas de pesquisa, e os critérios pelos quais as soluções de problema devem ser avaliadas. Essas suposições não são elas próprias tratadas como problemáticas ou sujeitas à crítica. A educação científica prepara as pessoas para trabalharem em períodos de consenso sobre as suposições diretivas e a maioria dos cientistas passa a maior parte de sua carreira fazendo isso. O que afinal se obtém da pesquisa nesse estágio é um corpo cumulativo de resultados estabelecidos.

Visto que (para Kuhn) a coerência de uma ciência desenvolvida resulta de uma decisão de aceitar um conjunto de suposições diretivas, os pesquisadores finalmente incorrem em dificuldades empíricas significativas que resistem à solução em termos dos modelos estabelecidos. O campo entra então num período de debate sobre suposições. Os pesquisadores começam a questionar suas suposições fundamentais e a pesquisa assemelha-se à pesquisa no primeiro estágio. Um período de debate sobre suposições comumente se resolve ou pela descoberta de que os problemas em pauta podem ser resolvidos dentro do quadro referencial previamente aceito ou com a adoção de um quadro referencial fundamentalmente novo. Este último resulta num novo consenso sobre um novo conjunto de suposições diretivas. Uma tal mudança reestrutura radicalmente o campo e dá origem a um novo modo de pensar e a uma nova linguagem que não é inteligível em termos das categorias do antigo quadro referencial.

Teses (até 1970)

As teses que se seguem foram extraídas das obras de Kuhn (6) anteriores à segunda edição de *The structure of scientific revolutions*.

- (1) A pesquisa inicial num campo caracteriza-se por escolas em competição que trabalham a partir de diferentes conjuntos de suposições diretivas. Por exemplo, a óptica física antes de Newton; a eletricidade na primeira metade do século dezoito [Kuhn 1970: 12, 13, 15; 1977: 231].
- (2) Nos estágios iniciais de uma ciência, cada escola obtém apoio de uma metafísica associada, e considera como fundamentais apenas aqueles fenômenos de que pode dar conta. Os outros fenômenos são tratados *ad hoc* ou vistos como problemas para a pesquisa futura [Kuhn 1970: 12-13; Kuhn 1963: 354].
- (3) Nos estágios iniciais de uma ciência, o item básico de publicação é o livro, que desenvolve o campo desde os fundamentos e é escrito para um grande público assim como para os especialistas no campo [Kuhn 1970: 13, 19-20].
- (4) Nos estágios iniciais de uma ciência, os fatos são coletados a esmo a partir das fontes mais prontamente disponíveis, inclusive dos ofícios [Kuhn 1970: 15].
- (5) Nos estágios iniciais de uma ciência, todos os fatos são considerados igualmente importantes [Kuhn 1970: 15].
- (6) A transição para uma ciência desenvolvida ocorre quando a maioria dos pesquisadores nessa ciência aceita a abordagem de uma única escola como base para a continuação de sua própria pesqui-

sa. Por exemplo, a teoria da eletricidade como fluido após a construção da garrafa de Leyden; a astronomia e a estática na antiguidade; a engenharia no século dezanove [Kuhn 1970: 17; 1977: 273, 275, 295].

- (7) A transição para uma ciência desenvolvida ocorre apenas uma vez num campo [Kuhn 1970: 17, 79].
- (8) Num campo que recentemente se tornou bem-desenvolvido, aqueles pesquisadores que mantêm as concepções anteriores após a transição serão excluídos da ciência e seu trabalho subsequente será desconsiderado [Kuhn 1970: 19].
- (9) A transição para uma ciência desenvolvida será acompanhada da formação de revistas especializadas, sociedades de especialistas e currículos acadêmicos [Kuhn 1970: 19].
- (10) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, há amplo acordo sobre as espécies de entidades no universo [Kuhn 1970: 4-5, 41; 1963: 359].
- (11) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, há amplo acordo com respeito ao modo como se interagem as entidades básicas do mundo [Kuhn 1970: 5, 40; 1963: 359].
- (12) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, há amplo acordo sobre o modo como o mundo interage com nossos sentidos [Kuhn 1963: 359].
- (13) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, há amplo acordo sobre os critérios para a escolha de problemas de pesquisa [Kuhn 1970: 5, 37, 41; 1963: 359].
- (14) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, há amplo acordo sobre os procedimentos a serem utilizados na tentativa de resolver problemas, inclusive as técnicas matemáticas e teóricas, sobre os tipos de instrumentação e sobre o uso apropriado desses instrumentos [Kuhn 1970: 5, 38, 40; 1963: 359].
- (15) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, há amplo acordo sobre os critérios para as soluções aceitáveis aos problemas [Kuhn 1970: 39, 40, 41].
- (16) O acordo sobre as suposições diretivas dirige a atenção a fenômenos que de outro modo não seriam investigados e aumenta a eficiência e eficácia na solução de problemas [Kuhn 1970: 24, 76, 84, 163-64; 1963: 357].
- (17) A pesquisa fatural durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas assume apenas três formas: (a) estender o conhecimento de fatos que são considerados particularmente reveladores da natureza das coisas, (b) coletar fatos que possam ser diretamente comparados com predições feitas através do atual conjunto de suposições, (c) aumentar a extensão da adequação

- entre os fatos e as predições feitas a partir das suposições diretivas [Kuhn 1970: 25-30, 179; 1977: 277].
- (18) A pesquisa teórica nos períodos de consenso tem um caráter muito diferente da pesquisa teórica conduzida durante os períodos de desacordo sobre as suposições diretivas [Kuhn 1970: 30-3].
 - (19) O principal item de publicação nos períodos de consenso é um breve relatório de pesquisa em que se admitem as suposições diretivas [Kuhn 1970: 20-1].
 - (20) A pesquisa durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas é cumulativa [Kuhn 1970: 138, 139, 162-63].
 - (21) Durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, os cientistas são capazes de encontrar problemas que podem ser resolvidos com as técnicas existentes [Kuhn 1970: 36, 37, 52, 96, 179; 1977: 234, 235].
 - (22) Alguns dos problemas empíricos resolvidos durante um período de consenso tornam-se traços permanentes do campo [Kuhn 1970: 25; 1963: 358].
 - (23) A ciência conduzida durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas não visa a produzir novidades fatuais ou teóricas. Tais novidades são raras e, quando aparecem, não são bem-vindas [Kuhn 1970: 24, 35, 64, 169; 1963: 348].
 - (24) Nos períodos de consenso sobre as suposições diretivas, sempre há um corpo de problemas não resolvidos. Eles são entendidos como objetos de pesquisa, não como contra-exemplos [Kuhn 1970: 77, 79, 81, 146].
 - (25) Numa ciência desenvolvida, a importância de um problema de pesquisa não depende de sua significância prática ou extracientífica [Kuhn 1970: 36, 96].
 - (26) A falha de um cientista em resolver um problema será comumente tomada como um indicador de sua falta de habilidade, não como evidência contrária a suas suposições diretivas [Kuhn 1970: 35, 80; 1963: 362-63].
 - (27) Os cientistas freqüentemente estão preparados para deixar uma dificuldade empírica sem solução durante anos. Por exemplo, as anomalias na teoria de Newton; os movimentos da lua e de Mercúrio; a velocidade do som [Kuhn 1970: 81].
 - (28) As suposições diretivas incorporam-se em realizações específicas que são aceitas como modelos para a solução de novos problemas [Kuhn 1970: 10, 43].
 - (29) Os cientistas geralmente não formulam suas suposições diretivas sob a forma de regras [Kuhn 1970: 42, 46, 49].
 - (30) As tentativas de formular regras para determinar os problemas, métodos e padrões legítimos para as soluções estão presentes

- apenas durante os períodos de debate sobre suposições [Kuhn 1970: 47-8].
- (31) O treinamento científico consiste principalmente em fazer o estudante trabalhar através de conjuntos canônicos de soluções de problemas modulares [Kuhn 1970: 43, 46-7, 189; 1963: 351; 1977: 229, 307].
 - (32) Contrariamente a seus objetivos, a pesquisa durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas produz novidades factuais e teóricas que devem ser assimiladas [Kuhn 1970: 52; 1963: 364].
 - (33) Quando um cientista encontra um fenômeno aparente que não foi antecipado pela teoria mas que parece ser genuinamente novo e importante, é comum haver muito debate sobre a autenticidade do fenômeno. Somente quando o fenômeno resiste a prolongado escrutínio é que ele é reconhecido como uma descoberta genuína [Kuhn 1970: 53, 54, 57-8, 75; 1977: 166, 171, 174, 175].
 - (34) A acumulação de dificuldades empíricas levanta dúvidas sobre a adequação das suposições diretivas de um campo [Kuhn 1970: 5-6, 67-8].
 - (35) Novas suposições diretivas somente são introduzidas durante um período em que se questiona a adequação das suposições diretivas admitidas. Por exemplo, o surgimento da astronomia copernicana; a teoria da combustão pelo oxigênio; a relatividade [Kuhn 1970: 67, 74-5, 97; 1977: 235; 1963: 349, 365].
 - (36) Os cientistas resistem a mudanças em suas suposições diretivas, pois esse processo requer a reabertura de problemas antes resolvidos [Kuhn 1970: 169].
 - (37) A causa fundamental da emergência de períodos de desacordo sobre as suposições diretivas é a persistência de dificuldades empíricas, não os fatores externos como a urgência de aplicações práticas ou os fracassos de teorias afins [Kuhn 1970: 69].
 - (38) O desacordo sobre as suposições diretivas é muito pouco frequente [Kuhn 1970: 38, 88-91; 1977: 272].
 - (39) Somente durante os períodos de desacordo sobre as suposições diretivas é que há uma proliferação de teorias rivais, inclusive variações nos princípios aceitos [Kuhn 1970: 83, 91; 1963: 367].
 - (40) Somente durante os períodos de desacordo sobre as suposições diretivas é que a atenção se dirige às aparentes falhas com que se defrontam as suposições diretivas reinantes. Esse processo reforça a consciência do desacordo [Kuhn 1970: 84, 86-7].
 - (41) Somente durante os períodos de desacordo sobre as suposições diretivas é que os pesquisadores se preocupam em explicar as di-

- ficuldades empíricas que antes podiam ser simplesmente engavetadas [Kuhn 1970: 75, 82-3].
- (42) Somente durante os períodos de desacordo sobre as suposições diretivas é que há uma vasta análise filosófica dos fundamentos do campo. Por exemplo, antes da emergência da física newtoniana, da relatividade e da teoria quântica [Kuhn 1970: 88, 91].
 - (43) As disputas sobre as suposições diretivas resolvem-se de três maneiras apenas: (a) as suposições que antes prevaleciam mostram-se capazes de tratar das dificuldades empíricas pendentes, (b) não se encontra nenhuma solução e as dificuldades são engavetadas para um futuro indefinido, ou (c) um novo consenso acerca da pesquisa desenvolve-se sobre novas bases [Kuhn 1970: 84].
 - (44) Aquelas dificuldades empíricas agudas que levam à substituição de um conjunto de suposições diretivas por outro são comumente reconhecidas não mais que uma ou duas décadas antes da enunciação das novas suposições [Kuhn 1970: 75].
 - (45) Quando um conjunto de suposições diretivas toma o lugar de outro, com frequência ele foi pelo menos parcialmente antecipado, mas desconsiderado, muitos anos antes da substituição [Kuhn 1970: 75].
 - (46) Algumas mudanças nas suposições diretivas afetam apenas um pequeno subcampo dentro de uma disciplina [Kuhn 1970: 6-7, 49, 181; 1977: 226].
 - (47) As mudanças nas suposições diretivas iniciam-se com um sentimento crescente, no meio de apenas um pequeno grupo, de que as suposições correntes deixaram de funcionar adequadamente. Isso vale tanto para as mudanças maiores, como aquelas associadas a Copérnico e Lavoisier, quanto para as menores, como aquelas associadas aos raios X e ao oxigênio [Kuhn 1970: 92].
 - (48) As novas suposições são introduzidas, e inicialmente aceitas, principalmente por cientistas que são jovens ou novos no campo [Kuhn 1970: 90, 151-52].
 - (49) A decisão de rejeitar, ou mesmo testar, um conjunto de suposições diretivas ocorre apenas quando se dispõe de um conjunto alternativo de suposições para substituí-las [Kuhn 1970: 77, 79, 145, 147].
 - (50) As mudanças nas suposições diretivas substituem as antigas suposições por outras novas e incompatíveis, que especificam novos problemas e novos padrões para a solução de problemas [Kuhn 1970: 92, 103, 106, 108, 109; 1977: 226].
 - (51) A mudança nas suposições diretivas de uma disciplina altera a rede conceitual através da qual os cientistas vêem o mundo [Kuhn 1970: 102].

- (52) Quando um conjunto de suposições substitui outro, há uma mudança nos padrões, não a sua elevação ou diminuição [Kuhn 1970: 108].
- (53) As premissas e valores compartilhados pelos proponentes de suposições diretivas em competição não proporcionam um argumento que compele lógica ou probabilisticamente a um dos lados [Kuhn 1970: 94].
- (54) Os argumentos oferecidos pelos defensores de suposições rivais são circulares, cada lado fazendo uso exclusivo de seus próprios princípios em sua própria defesa [Kuhn 1970: 94].
- (55) Quando mudam as suposições, não há um padrão para a escolha além do assentimento da comunidade relevante [Kuhn 1970: 4, 8, 94, 152].
- (56) Numa ciência matemática como a física, as tentativas de derivar as leis de uma antiga teoria como casos especiais de leis de uma nova teoria não proporcionam argumentos para a nova teoria, pois os termos envolvidos nas leis derivadas têm referentes físicos diferentes e significados diferentes dos termos envolvidos nas antigas leis. Por exemplo, a relação entre a física newtoniana e a relatividade [Kuhn 1970: 101-2].
- (57) Problemas que foram abandonados por uma tradição anterior podem ser ressuscitados por uma posterior. Por exemplo, a relatividade geral restabeleceu problemas que foram abandonados pelos newtonianos; com a teoria quântica os cientistas restabeleceram problemas que foram banidos na revolução química [Kuhn 1970: 108].
- (58) Os proponentes de suposições diretivas diferentes não se comunicam efetivamente, pois eles têm diferentes problemas e padrões para soluções e empregam de diferentes maneiras linguagens e experimentos similares [Kuhn 1970: 109, 147-48, 149].
- (59) Já que nenhum conjunto de suposições diretivas resolve todos os problemas que gera, e dois conjuntos nunca deixam os mesmos problemas sem solução, as mudanças de suposição sempre incluirão um debate sobre quais são os problemas mais importantes para resolver [Kuhn 1970: 110].
- (60) Fenômenos familiares são vistos diferentemente após uma mudança nas suposições. Por exemplo, Lavoisier aprendeu a ver oxigênio ao invés de ar deflogistizado; Galileo aprendeu a ver um pêndulo onde Aristóteles via uma queda forçada [Kuhn 1970: 111, 112, 118-19].
- (61) Os cientistas que trabalham no mesmo campo, mas com suposições diretivas diferentes, irão colher diferentes dados e fazer diferentes medidas [Kuhn 1970: 123-24, 126].

- (62) Quando mudam as suposições, muitas antigas manipulações e instrumentos de laboratório tornam-se irrelevantes e são substituídos. Por exemplo, os testes para o ar deflogistizado [Kuhn 1970: 129].
- (63) Embora muitos instrumentos, manipulações e medidas não se alterem com as mudanças nas suposições diretivas, e sejam até descritos na mesma linguagem, entende-se que eles revelam diferentes coisas sobre a natureza após uma tal mudança. Por exemplo, a mudança no estatuto da idéia de proporções químicas fixas quando a distinção composto/mistura alterou-se após Dalton [Kuhn 1970: 129-30, 134].
- (64) Os compêndios científicos, as popularizações e as discussões filosóficas da ciência não retratam precisamente o modo como acontecem as mudanças nas suposições diretivas. Especificamente, eles apresentam apenas algumas das evidências relevantes como se fossem toda a evidência [Kuhn 1970: 136-37; 1977: 327].
- (65) Uma confiança crescente nos compêndios invariavelmente acompanha a conquista de posição desenvolvida numa ciência [Kuhn 1970: 137].
- (66) Os cientistas que proporcionam novas suposições diretivas frequentemente contribuem para a ilusão de que a ciência cresce por acumulação. Por exemplo, Dalton relatou erradamente os objetivos originais de seu trabalho; Newton descreveu erradamente o teorema galileano da queda livre [Kuhn 1970: 139].
- (67) As novas suposições diretivas não emergem paulatinamente para ajustar-se a fatos pré-existentes, mas emergem conjuntamente com os fatos a que se ajustam [Kuhn 1970: 141].
- (68) Uma aceitação pelo cientista de novas suposições diretivas é uma conversão que "deve ocorrer toda de uma só vez (embora não necessariamente num instante) ou não ocorrer absolutamente", tal como uma mudança de Gestalt [Kuhn 1970: 150, 151].
- (69) Os cientistas que aceitam um novo conjunto de suposições diretivas frequentemente o fazem por razões muito diferentes [Kuhn 1970: 151].
- (70) Os defensores de um novo conjunto de suposições diretivas sustentam que podem resolver os problemas pendentes que colocaram em questão as suposições diretivas anteriores [Kuhn 1970: 153, 169].
- (71) Os defensores de um novo conjunto de suposições diretivas sustentarão que seu conjunto preserva grande parte da capacidade de resolver problemas do conjunto anterior [Kuhn 1970: 169].
- (72) Os defensores de um novo conjunto de suposições diretivas sus-

- tentarão que podem resolver problemas com maior precisão quantitativa [Kuhn 1970: 153-54].
- (73) Os defensores de um novo conjunto de suposições diretivas sustentarão que podem predizer fenômenos antes desconhecidos. Por exemplo, Galileo e as fases de Vênus; Fresnel e o ponto luminoso no centro de uma sombra circular [Kuhn 1970: 97, 154].
 - (74) Os defensores de um novo conjunto de suposições diretivas raramente oferecem argumentos explícitos a partir de critérios estéticos como a simplicidade [Kuhn 1970: 155-56].
 - (75) Os primeiros indivíduos a aceitar um novo conjunto de suposições o fazem principalmente por razões estéticas, a despeito da evidência, que comumente é negativa. Por exemplo, a teoria ondulatória de de Broglie; a relatividade geral. Frequentemente esses indivíduos mostraram estar enganados [Kuhn 1970: 158].
 - (76) Um novo conjunto de suposições diretivas, quando proposto pela primeira vez, raramente resolve mais que uns poucos problemas, e ainda apenas imperfeitamente. Por exemplo, Copérnico *versus* Ptolomeu; a concepção original de Lavoisier de que o oxigênio é idêntico ao *ar por inteiro* [Kuhn 1970: 156].
 - (77) Os argumentos aparentemente decisivos comumente só aparecem após um novo conjunto de suposições ter sido desenvolvido, aceito e explorado. Por exemplo, o pêndulo de Foucault; Fizeau sobre a velocidade da luz na água e no ar [Kuhn 1970: 156, 158].
 - (78) A conversão a um novo conjunto de suposições não ocorre simultaneamente por toda comunidade; mas há um crescente deslocamento de adesão iniciado por alguns e continuado até que restem apenas uns poucos que mantêm a posição anterior [Kuhn 1970: 158, 159].
 - (79) Não há um ponto claro a partir do qual a recusa em aceitar um novo conjunto de suposições diretivas seja ilógica ou não seja científica [Kuhn 1970: 159].
 - (80) As escolas de pensamento em todos os campos, inclusive nas ciências imaturas, mostram o mesmo tipo de progresso que se encontra na ciência durante os períodos de acordo sobre as suposições diretivas [Kuhn 1970: 162, 163].
 - (81) O progresso nos períodos de consenso sobre as suposições diretivas salienta-se por causa da ausência de escolas competidoras [Kuhn 1970: 163].
 - (82) A avaliação de resultados científicos tem lugar dentro de uma comunidade que está muito mais isolada do exterior do que em qualquer outro campo criativo; isso permite que os cientistas trabalhem em termos de um único conjunto de padrões e se

- concentrem em problemas que pareçam solúveis [Kuhn 1970: 164].
- (83) Os estudantes da ciência contemporânea são treinados mediante compêndios, por oposição à leitura dos clássicos, em grau muito superior do que em qualquer outro campo [Kuhn 1970: 165].
 - (84) O treinamento científico é excepcionalmente rígido e não produz pessoas que facilmente descobrirão uma nova abordagem; mas essa rigidez proporciona um indicador sensível para a anomalia [Kuhn 1970: 166; 1963: 349, 350].
 - (85) As revoluções parecem produzir progresso porque resultam numa vitória total de um dos lados competidores e então são descritas através dos olhos dos vencedores [Kuhn 1970: 166].
 - (86) Quando uma tradição científica que foi dominante é derrotada, a maioria de seus livros e artigos é renegada como imprópria ao estudo científico [Kuhn 1970: 167].
 - (87) Há perdas assim como ganhos na substituição de um conjunto de suposições diretivas por outro; mas os cientistas tendem a não ver as perdas [Kuhn 1970: 167].
 - (88) A autoridade científica baseia-se na comunidade científica, que é um tipo especial de comunidade que consiste em indivíduos que se ocupam em resolver problemas de detalhe sobre a natureza e de submeter suas soluções ao julgamento da comunidade, abstenendo-se de qualquer apelo à autoridade política exterior [Kuhn 1970: 167, 168].

Segunda Fase: Narrativa

Os trabalhos posteriores de Kuhn esclarecem e estendem *The structure of scientific revolutions*. As inovações mais importantes são a análise das suposições diretivas, a especificação de critérios para a escolha entre sistemas científicos rivais e a identificação de um padrão amplo de mudança científica, que não se limita a mudanças de larga escala antes chamadas *revoluções científicas*.

A aparência monolítica das suposições diretivas (paradigmas) no trabalho anterior sofre fortes restrições, embora em seu estado normal uma ciência desenvolvida ainda possua um único conjunto de suposições diretivas, agora chamado *matriz disciplinar*. Ganha-se flexibilidade ao enfatizar a heterogeneidade das suposições, que podem ser alteradas em pequenas partes e independentemente uma das outras. Um conjunto de suposições diretivas contém (pelo menos) os seguintes elementos: modelos metafísicos simples que são utilizados para guiar a pesquisa e não

estão sujeitos a teste empírico direto (por exemplo, moléculas elásticas na teoria cinética); valores compartilhados (por exemplo, a precisão); fórmulas teóricas ($f=ma$); e exemplares.

Kuhn sustenta que os cientistas escolhem suas teorias à luz de certos padrões ou critérios compartilhados; entretanto, nenhum dos critérios para escolher entre teorias rivais obriga um cientista a aceitar uma nova posição sob pena de irracionalidade. Nem todos os critérios têm que ser operativos em todos os casos. Em muitos casos, eles conflitam entre si. Critérios particulares podem ter pesos diferentes em diferentes casos. Os cientistas podem discordar entre si a respeito de sua aplicabilidade ou de seus pesos relativos. Mas as discordâncias individuais ou de grupo combinam-se para definir uma média estável, que representa um consenso. Permanece sem explicação a emergência e estabilidade do consenso.

Os elementos mais importantes em um conjunto de suposições diretivas são os exemplares. Eles são problemas resolvidos no processo de pesquisa e adotados como modelos tanto no treinamento de novos cientistas quanto na solução de outros problemas de pesquisa. Os exemplares definem um conjunto interdependente de conceitos e objetos. O padrão básico de mudança científica é a substituição de um ou mais exemplares por outros, com as correspondentes mudanças nos conceitos (*linguagem*) e objetos (*o mundo*).

Um tema recorrente é a ausência de algum elemento comum que faça a ligação dos exemplares aceitos por um grupo científico, a ligação dos conceitos incorporados nos exemplares, a ligação dos grupos científicos que constituem uma disciplina, ou a ligação das disciplinas que conjuntamente constituem a ciência. As marcas distintivas da ciência são a singular unanimidade de opinião que é seu estado normal, a pesquisa singularmente eficaz que se permite enquanto persiste a unanimidade, e o padrão de mudança que corresponde à substituição de um exemplar, ou grupo de exemplares, por outros.

Teses

Indicamos aqui apenas aquelas teses de Kuhn que representam significantes afastamentos ou elaborações de sua posição anterior, que se encontram a partir do posfácio à edição de 1970 de *The structure of scientific revolutions*.

- (1) Um campo científico (por exemplo, a física ou a química orgânica) caracteriza-se principalmente por uma comunidade de pes-

- quisadores, não pelas suposições diretivas a que eles subscrevem [Kuhn 1970: 176, 210; 1977: 295].
- (2) Os grupos de pesquisadores que conjuntamente representam a comunidade científica num dado momento não precisam ter algum elemento comum que possa ser utilizado para defini-los [Kuhn 1983b: 567].
 - (3) Numa ciência desenvolvida, o número de comunidades distinguíveis de pesquisadores cresce com o tempo [Kuhn 1977: 289].
 - (4) O principal critério para identificar uma comunidade científica é o conjunto dos exemplares aceitos por seus membros [Kuhn 1970: 187; 1977: 307]. Ex.: o conjunto dos problemas-padrão na mecânica newtoniana, que inclui a queda livre, o pêndulo simples, os osciladores harmônicos acoplados e o giroscópio [Kuhn 1970: 188-89].; o plano inclinado, o pêndulo cônico e as elipses keplerianas [Kuhn 1977: 306].
 - (5) O que um cientista entende por termos como *correntes*, *elétrons* e *campos* deve ser compreendido através dos exemplares que ele aceita [Kuhn 1970: 197; 1977: 307, 313; 1983b: 566].
 - (6) As chances de uma teoria poder solucionar um problema particular podem freqüentemente ser calculadas antes da descoberta de uma solução [Kuhn 1977: 301].
 - (7) Os cientistas resolvem novos problemas pelo reconhecimento de sua similaridade com os exemplares [Kuhn 1970: 189, 200; 1977: 306]. Ex.: a análise galileana do pêndulo foi utilizada por Huygens como base para sua análise de um pêndulo composto, que por sua vez tornou-se a base para a solução de Bernoulli ao problema da razão de escoamento num reservatório com múltiplos orifícios [Kuhn 1977: 305-6].
 - (8) Alguns dos exemplares aceitos por uma comunidade científica são abandonados no decorrer do tempo [Kuhn 1970: 180-81; 1977: 285].
 - (9) Um cientista identifica novos aspectos da experiência como dados significantes à luz dos exemplares que utiliza [Kuhn 1970: 192-94]; e por isso os membros de diferentes comunidades científicas não concordam inteiramente quanto ao que se considera como dados [Kuhn 1977: 308-9; 1983a: 682].
 - (10) As mudanças no conjunto aceito de suposições diretivas freqüentemente alteram o reconhecimento da comunidade de como os exemplares de um campo relacionam-se entre si [Kuhn 1970: 200; 1977: 285].
 - (11) Os exemplares formam o elo de ligação entre os fenômenos empíricos e as generalizações teóricas [Kuhn 1977: 301-2, 306].

- (12) O conteúdo cognitivo da ciência é veiculado pelos exemplares, não pelas fórmulas e generalizações teóricas consideradas na ausência de exemplares [Kuhn 1977: 299-300]. Ex.: a segunda lei de Newton tal como ela aparece em problemas sobre a queda livre, o pêndulo simples, os osciladores harmônicos acoplados e o giroscópio [Kuhn 1970: 188-89; 1977: 284, 313-14, 319].
- (13) *Tanto* os exemplares *quanto* as generalizações teóricas são essenciais ao conhecimento científico [Kuhn 1977: 288; 1983b: 566].
- (14) As comunidades científicas que utilizam as mesmas fórmulas ou generalizações teóricas podem diferir quanto a sua aplicação observacional ou experimental [Kuhn 1977: 299].
- (15) Num campo não-desenvolvido, os defensores de um conjunto de suposições diretivas criticam os rivais, não pela indicação de predições erradas, mas atacando sua plausibilidade geral [Kuhn 1977: 276]. Ex.: a psicanálise e a historiografia marxista contemporâneas; a astrologia moderna nos seus primórdios [Kuhn 1977: 274-75].
- (16) Apenas durante os períodos de consenso sobre as suposições diretivas, os cientistas tentam simplificar as fórmulas matemáticas utilizadas para representar fenômenos naturais [Kuhn 1977: 300].
- (17) A posse de um conjunto de suposições diretivas não é a marca distintiva de uma ciência bem-desenvolvida: as ciências sociais contemporâneas possuem tais suposições mas não são bem-desenvolvidas [Kuhn 1970: 178-79].
- (18) Um conjunto de suposições diretivas é uma constelação de crenças, valores e técnicas compartilhadas por uma comunidade, cuja existência pode ser identificada independentemente dessas suposições [Kuhn 1970: 182; 1977: 294].
- (19) A comunicação profissional é largamente bem-sucedida nas comunidades científicas que aceitam as mesmas suposições diretivas [Kuhn 1970: 182; 1977: 297].
- (20) Há uma virtual unanimidade de juízos nas comunidades científicas que aceitam as mesmas suposições diretivas [Kuhn 1970: 182; 1977: 297].
- (21) Numa comunidade que partilha um conjunto de suposições diretivas, alguns membros não atribuem o mesmo valor a todos os elementos do conjunto, embora a amplitude de variação permitível seja limitada [Kuhn 1970: 184, 185; 1977: 321, 329].
- (22) Um conjunto de suposições diretivas, uma vez abandonado por

- uma comunidade, nunca é novamente aceito por ela [Kuhn 1970: 206].
- (23) Um conjunto de suposições diretivas pode substituir outro, mesmo na ausência de teste empírico. Ex.: a substituição da astronomia ptolomaica [Kuhn 1977: 277].
 - (24) Quando um conjunto de suposições diretivas substitui outro, há um aumento no número e na precisão dos problemas modelares resolvidos [Kuhn 1977: 320; 1983b: 564].
 - (25) Quando um conjunto de suposições diretivas substitui outro, os cientistas mudam seus juízos sobre o que é similar a quê, e o que é diferente [Kuhn 1970: 200; 1977: 285; 1981: 26].
 - (26) Os critérios para escolher entre conjuntos de suposições diretivas variam notadamente com a época e o campo de aplicação [Kuhn 1977: 335].
 - (27) Às vezes uma comunidade científica muda suas suposições diretivas sem passar por um período em que as suposições prevalecentes são reconhecidas como insatisfatórias e sem que a comunidade relevante se divida em facções com diferentes orientações de pesquisa [Kuhn 1970: 181].
 - (28) As teorias às vezes permanecem inalteradas durante as revoluções científicas, mas as suposições diretivas sempre mudam [Kuhn 1977: 267].
 - (29) Os argumentos em favor de um conjunto de suposições diretivas baseiam-se em parte na sua capacidade de resolver problemas, colocados por ele próprio, que estão fora da área de seu êxito inicial [Kuhn 1970: 206, 208; 1977: 322]. Ex.: a mecânica newtoniana é superior, nesse aspecto, à mecânica aristotélica [Kuhn 1970: 206].
 - (30) De todos os critérios para escolher entre conjuntos rivais de suposições diretivas, a precisão é o que mais se aproxima de ser decisivo [Kuhn 1970: 206; 1977: 323].
 - (31) Os conjuntos subsequentes de suposições diretivas com frequência deixam de ser mais precisos que seus predecessores. Ex.: a astronomia copernicana e ptolomaica [Kuhn 1977: 323].
 - (32) Durante a substituição de um conjunto de suposições diretivas por outro, o conflito com outras doutrinas bem-estabelecidas, cuja situação atual não está em questão, pode desempenhar um papel na substituição. Ex.: a astronomia copernicana era inconsistente com a dinâmica aristotélica [Kuhn 1977: 321-22].
 - (33) A simplicidade é uma razão comum para se preferir um conjunto de suposições a outro [Kuhn 1970: 199, 206; 1977: 322; 1983b: 564].
 - (34) A simplicidade de um conjunto de suposições diretivas, compa-

- rada com a de um rival, pode ser irrelevante na decisão entre eles. Ex.: a simplicidade qualitativa da astronomia copernicana, em comparação com a astronomia ptolomaica, foi provavelmente irrelevante para os astrônomos profissionais [Kuhn 1977: 324].
- (35) Os cientistas que adotam um conjunto de suposições diretivas influenciam-se às vezes por suas crenças não-científicas. Ex.: Kepler adotou a astronomia copernicana por causa de suas crenças neoplatônicas e herméticas [Kuhn 1977: 325]. Entretanto, nem todas as razões para se preferir um conjunto de suposições diretivas a outro são não-científicas [Kuhn 1970: 199].
- (36) A evidência empírica só será tomada como contrária a um conjunto de suposições diretivas se o consenso em favor desse conjunto já estiver desfeito face a dificuldades empíricas que por longo tempo não se resolveram. Ex.: os experimentos de calcinação de Lavoisier; Lee e Yang sobre a violação da paridade. Ou, na ausência dessas dificuldades, onde já houver um conjunto alternativo de suposições. Ex.: a relatividade geral como uma alternativa à física newtoniana motivou o experimento do eclipse de Eddington [Kuhn 1977: 271-72].
- (37) Os cientistas às vezes adotam um conjunto de suposições diretivas porque elas são mais consistentes com outros campos [Kuhn 1970: 206; 1977: 322].
- (38) Os critérios para escolher entre conjuntos rivais de suposições diretivas são sempre imprecisos [Kuhn 1970: 199, 205; 1977: 321-22].
- (39) Os critérios que um cientista utiliza para escolher entre teorias sempre conflitam entre si. Ex.: a astronomia ptolomaica *versus* a copernicana [Kuhn 1970: 199, 205; 1977: 290, 321-22].
- (40) Os critérios de escolha entre suposições rivais não funcionam como regras mecânicas de decisão [Kuhn 1970: 200; 1977: 331].
- (41) Um pesquisador que opere fora de qualquer comunidade não estará fazendo ciência [Kuhn 1970: 210].
- (42) A mudança científica é singular: o tipo de pesquisa que se realiza a partir de um conjunto de suposições diretivas, e a ausência (normal) de rivais em competição, são traços da ciência que não se encontram em nenhuma outra atividade humana [Kuhn 1970: 209; 1977: 272].

Teses de Feyerabend

Narrativa

As transições de um conjunto de teorias globais a outro têm sido

uma constante preocupação de Feyerabend. Ele sustenta que a nossa experiência como um todo deve ser reinterpretada ou reordenada à luz das categorias conceituais de uma nova teoria global. Por se tratar de um processo que requer tempo e a articulação de várias teorias colaterais sobre virtualmente o campo inteiro, ele mantém que as novas teorias globais nunca podem (em seus estágios iniciais) desfrutar do mesmo grau de apoio empírico armazenado por suas rivais mais antigas. Desse modo, é preciso renunciar a todas as regras usuais de apoio empírico, caso as novas teorias globais venham a ter uma chance de aceitação.

À medida que uma nova teoria global se desenvolve, muitos fenômenos que as teorias globais mais antigas pensavam explicar passam a ser considerados espúrios, de menor consequência, ou mesmo como anomalias para estas teorias. Tais anomalias não poderiam ser encontradas na ausência da nova teoria global. A incessante competição entre teorias globais rivais é, portanto, essencial ao progresso científico; a *ciência normal*, em que um conjunto de teorias globais possui total domínio numa disciplina, é um mito. Finalmente, Feyerabend salienta que, mesmo quando uma teoria está completamente *madura*, ela continua a confrontar-se com numerosas anomalias.

Teses

- (1) As crenças metafísicas influenciam fortemente o caráter das teorias globais [Feyerabend 1981a: 60-1].
- (2) As teorias globais que um cientista aceita dependem, em parte, de suas preferências estéticas e de sua nacionalidade [Feyerabend 1981a: 60-2].
- (3) Os padrões de apreciação para avaliar as teorias globais recentemente desenvolvidas diferem daqueles utilizados para avaliar as que são mais antigas e desenvolvidas [Feyerabend 1975: 183].
- (4) Os cientistas avaliam as teorias globais tendo em vista seu registro por um longo período, não apenas seu estado num momento particular [Feyerabend 1975: 183].
- (5) Com frequência, as teorias e as teorias globais são aceitas mesmo quando contradizem muitos enunciados antes considerados leis da natureza. Ex.: a mecânica newtoniana contradisse a lei de queda proposta por Galileo [Feyerabend 1965: 168].
- (6) As suposições centrais de uma nova teoria global não são claras em seu começo e só se tornam claras muito mais tarde. Esse processo pode exigir várias gerações [Feyerabend 1975: 177].
- (7) Num período de transição entre o domínio de uma teoria global e o domínio de outra diferente, a rival mais nova aparecerá em

- cena muito antes de se perceber que a mais antiga está em grave dificuldade [Feyerabend 1981b: 141].
- (8) Os períodos de competição entre teorias globais rivais não alternam ciclicamente com períodos de consenso sobre teorias globais. Pelo contrário, sempre há teorias globais rivais em todos os campos científicos [Feyerabend 1981b: 142, 145].
 - (9) A substituição de uma teoria global por outra envolve tanto perdas como ganhos explicativos. As teorias globais mais recentes nunca resolvem todos os problemas aos quais suas predecessoras apresentaram respostas aceitáveis [Feyerabend 1975: 78-9; 1981a: 61; 1981b: 152].
 - (10) A resistência, entre os cientistas, a trocar uma teoria global por outra intensifica-se quando essa mudança parece iminente [Feyerabend 1981b: 146].
 - (11) Muitos dos problemas, fatos e observações explicados pelas teorias globais anteriores são ou esquecidos ou descartados como irrelevantes por suas sucessoras [Feyerabend 1975: 176].
 - (12) Quando uma nova teoria global é aceita num campo, ela muda os significados dos termos ordinários e observacionais utilizados no campo [Feyerabend 1981a: 45].
 - (13) A introdução de uma nova teoria global num campo da ciência muito freqüentemente leva a uma reinterpretação da evidência que previamente se pensava confirmar sua predecessora. Especificamente, alguma evidência que previamente se considerava apoiar uma teoria global anterior passa finalmente a ser vista como destruidora dessa teoria [Feyerabend 1981a: 61].
 - (14) Não há regra nem norma de apreciação de teoria que não tenha sido repetidamente violada pelas maiores figuras, quando de sua realização de importantes contribuições científicas [Feyerabend 1975: 23].
 - (15) Algumas das instâncias refutadoras de uma teoria só podem ser descobertas pelo desenvolvimento de uma teoria rival [Feyerabend 1975: 29, 39, 41; 1981b: 142].
 - (16) Quase todas as teorias derivam seu apoio empírico a partir de uns poucos testes bem sucedidos, e elas têm que ser emendadas ou torcidas para dar conta das evidências restantes [Feyerabend 1975: 55, 65, 98].
 - (17) Nenhuma teoria global jamais concorda com todos os fatos conhecidos em seu campo [Feyerabend 1975: 55, 58, 65, 66; 1981a: 106].
 - (18) Com freqüência, a evidência que parece refutar uma teoria é ela mesma suspeita, pois depende de suposições derivadas de teorias rivais [Feyerabend 1975: 67].

- (19) A drástica reinterpretação da observação que se requer face a uma nova teoria global é comumente negligenciada nos trabalhos publicados dos cientistas, em que se procura suprimir o caráter revolucionário das mudanças propostas, pelo menos até que as mudanças sejam aceitas [Feyerabend 1975: 81].
- (20) As novas teorias globais atraem adeptos só por causa da propaganda de seus defensores e não porque elas são testadas ou apoiadas de modo melhor que suas rivais mais antigas. Portanto, os argumentos sólidos não são relevantes para o êxito de novas teorias globais [Feyerabend 1975: 153-54, 157].
- (21) As novas teorias globais, mesmo após sua aceitação, são com frequência muito menos gerais e abrangentes que as teorias globais mais antigas que elas substituíram. Ex.: a física de Galileo era menos abrangente que a de Aristóteles [Feyerabend 1975: 176].
- (22) As dificuldades empíricas enfrentadas por uma teoria global nunca são suficientes para provocar a rejeição dessa teoria, por mais sérias que elas pareçam [Feyerabend 1981a: 141].
- (23) Os conceitos que estão claramente definidos numa teoria global frequentemente não podem ser redefinidos, sem uma drástica mudança de significado, numa teoria rival [Feyerabend 1981a: 66].
- (24) Todos os chamados relatos observacionais, resultados experimentais e enunciados "fatuais" contêm suposições teóricas [Feyerabend 1965: 167; 1975: 31].
- (25) Os instrumentos de observação e medida são frequentemente introduzidos e amplamente utilizados, mesmo para testar afirmações teóricas, muito antes de se obter uma clara compreensão teórica a respeito desses instrumentos [Feyerabend 1975: 103].

Teses de Lakatos

Narrativa

A metodologia da ciência de Lakatos provém de uma perspectiva epistemológica geral popperiana. São centrais a essa tradição (e ao próprio trabalho de Lakatos) as convicções de que todas as pretensões de conhecimento são falíveis, de que há uma distinção fundamental entre a ciência e as outras formas de atividade intelectual, de que o crescimento do conhecimento é o problema central da epistemologia, e de que as teorias devem ser entendidas como conjuntos de enunciados cujos conteúdos lógicos podem ser comparados.

Lakatos considera a apreciação de teorias científicas como sendo, em última análise, uma questão histórica e comparativa. As teorias específicas resultam de *programas de pesquisa* mais amplos. Cada programa de pesquisa caracteriza-se por: (a) um *núcleo duro* de suposições fundamentais, que arbitrariamente são tratadas como imunes à refutação (pelo menos provisoriamente); (b) um *cinto de proteção* de suposições auxiliares e colaterais, que estão abertas à revisão; e (c) um *conjunto de diretrizes heurísticas* que instruem o cientista que trabalha no programa de pesquisa a modificar (de uma certa forma) as teorias quando elas estão em dificuldade. A seqüência temporal de teorias que constitui um programa de pesquisa consiste em teorias tais que cada uma delas (i) preserva o núcleo duro de suposições fundamentais e (ii) emerge de sua predecessora pela utilização de diretrizes heurísticas. O *núcleo duro* e a *heurística* de um programa de pesquisa não mudam.

Diz-se que os programas de pesquisa são *progressivos* exatamente quando suas teorias posteriores explicam tudo que era explicado pelas suas predecessoras e ainda alguns fatos novos. Além disso, uma explicação de tais fatos novos pela teoria não deve ser obtida com a utilização de estratégias *ad hoc*. Para ser progressivo, um programa de pesquisa não tem que explicar todos os fatos em seu domínio (com efeito, sempre haverá muitos fatos que a ele parecem ser anomalias). As teorias individuais são julgadas por comparação com as teorias anteriores dentro de seu próprio programa de pesquisa, não por comparação com suas correspondentes em programas de pesquisa rivais. Um programa de pesquisa é melhor do que outro somente se (a) explica tudo que foi explicado por seu rival, e ainda (b) prediz mais fatos novos que seu rival.

Teses

- (1) Os conflitos entre um novo conjunto de suposições diretivas e os fenômenos previamente estabelecidos são amplamente reconhecidos pelos cientistas que apóiam as novas suposições diretivas. Assim, as dificuldades empíricas enfrentadas por um novo conjunto de suposições diretivas não impedem os cientistas de endossar essas suposições [Lakatos 1978, I: 37, 126, 128].
- (2) Frequentemente, os cientistas aderem a suas suposições diretivas não obstante o fato de que as teorias que incorporam tais suposições caracteristicamente enfrentam dificuldades empíricas, mesmo quando esses cientistas não têm idéia de como resolver muitas dessas dificuldades [Lakatos 1978, I: 111, 126, 128; 1978, II: 176-77].
- (3) Os cientistas não consideram decisivas as dificuldades empíricas

- enfrentadas pelas teorias que incorporam um conjunto de suposições diretivas, até a ocasião em que as suposições diretivas deixam de predizer novos tipos de fenômenos [Lakatos 1978, I: 111, 126].
- (4) As teorias nunca são rejeitadas simplesmente por haver conflito com observações ou resultados experimentais [Lakatos 1978, I: 16, 86, 111].
 - (5) As teorias às vezes são rejeitadas mesmo sem se dispor de uma teoria melhor; especificamente, quando elas deixam de fazer antecipações bem-sucedidas de novos tipos de fenômenos [Lakatos 1978, I: 177].
 - (6) As implicações de um experimento para o destino de uma teoria que ele testa nunca são imediatamente claras [Lakatos 1978, I: 16, 72, 76, 86, 111].
 - (7) Antes que se possa considerar um resultado experimental como seriamente contrário a uma teoria, é preciso que seja introduzida uma nova teoria que explique ou preveja o resultado. Ex.: antes do desenvolvimento da teoria de Lavoisier, seus experimentos não refutavam a teoria do flogisto; o trabalho de Compton não refutou a teoria de Bohr-Kramers-Slater. A descoberta de Chadwick em 1914 do espectro contínuo de emissão beta foi considerada uma violação da conservação de energia somente após a teoria de Bohr-Kramers-Slater e com base nela [Lakatos 1978, I: 35, 37, 81, 82, 86, 111, 128].
 - (8) Os cientistas nunca consideram as dificuldades empíricas enfrentadas por uma teoria como insolúveis por essa teoria ou como improváveis de serem resolvidas por essa teoria, até que disponham de uma outra teoria que resolva tais problemas [Lakatos 1978, I: 35].
 - (9) Os conjuntos de suposições diretivas proporcionam diretrizes explícitas para a solução dos problemas empíricos que eles enfrentaram desde seu início, assim como para a solução daquelas dificuldades empíricas que emergem quando são desenvolvidas e testadas as teorias que incorporam essas suposições [Lakatos 1978, I: 47, 50, 88].
 - (10) Os cientistas que aceitam um conjunto de suposições diretivas dirigem-se principalmente, ou mesmo exclusivamente, aos problemas que as próprias suposições identificam como importantes. Ex.: a teoria geral da relatividade foi desenvolvida seguindo as implicações e sugestões da teoria especial; ela não surgiu como resposta a dificuldades empíricas como o periélio aberrante de Mercúrio ou da lua [Lakatos 1978, I: 38, 65, 127-28].
 - (11) Os cientistas que aceitam um conjunto de suposições diretivas

desconsideram todas as dificuldades empíricas, exceto aquelas que envolvem fenômenos que são antecipados pelas próprias suposições e são então reconhecidos independentemente de experimento ou observação. Ex.: Bohr em 1913 reduziu a massa do elétron por causa da necessidade teórica de deslocar o centro da órbita do elétron, não por causa da necessidade empírica de prever os comprimentos de onda da série de Fowler [Lakatos 1978, I: 38, 52, 63, 65, 128].

- (12) As hipóteses freqüentemente são introduzidas com o intuito de reconciliar um conjunto de suposições diretivas com dados recalcitrantes. Tais hipóteses não têm outra aplicação e não permitem explicar nada novo. Ex.: no século dezanove os astrônomos trataram do problema do periélio de Mercúrio mediante hipóteses aventadas com esse único propósito e sem qualquer outra utilidade [Lakatos 1978, I: 126].
- (13) Nas transições de um conjunto de suposições diretivas a outro, o sucessor geralmente não será mais simples que seu predecessor [Lakatos 1978, I: 129].
- (14) As pesquisas científicas bem-sucedidas dependem às vezes de leis e hipóteses mutuamente incompatíveis [Lakatos 1978, I: 57, 133].
- (15) As teorias altamente bem-sucedidas não são testáveis, pois qualquer resultado possível dos experimentos pode tornar-se compatível com elas [Lakatos 1978, I: 16].
- (16) A única evidência pertinente à avaliação de uma teoria é aquela colhida com o propósito expresso de testar essa teoria e que não seria reconhecida senão por essa teoria [Lakatos 1978, I: 38].
- (17) Para que um fenômeno seja considerado como evidência para um conjunto de suposições diretivas, as teorias que incorporam essas suposições não têm que prever precisamente o fenômeno. Ex.: entendeu-se que a teoria da gravitação de Einstein explica fenômenos que ela previu imprecisamente, e que a astronomia de Copérnico explica fenômenos para os quais ela não apresentou predições quantitativas [Lakatos 1978, I: 39, 66, 69, 185].
- (18) Quando um conjunto de suposições diretivas substitui outro, qualquer fenômeno que tenha sido considerado como evidência para o conjunto anterior também será considerado como evidência para o conjunto posterior. Ex.: a teoria da gravitação de Einstein permitiu, em seu início, explicar tudo que a teoria da gravitação de Newton havia explicado [Lakatos 1978, I: 39, 69].
- (19) Quando uma teoria substitui outra, qualquer fenômeno que tenha sido explicado pela teoria anterior também será explicado pela sua sucessora [Lakatos 1978, I: 33, 47].

- (20) Os cientistas julgam os méritos de uma teoria individual inteiramente em termos da seqüência de teorias da qual a teoria em consideração é o último elemento [Lakatos 1978, I: 33, 47].
- (21) As teorias não são vistas como parte do corpo da ciência, a menos que elas substituam teorias anteriores ou sejam elas próprias substituídas pelas posteriores. Uma teoria isolada que não é parte de um processo histórico de transições de teoria não é considerada científica [Lakatos 1978, I: 33, 47].
- (22) Considera-se científica uma teoria somente se ela prediz fenômenos que não foram preditos pela sua predecessora ou enfrenta dificuldades empíricas que são resolvidas pela sua sucessora [Lakatos 1978, I: 33].
- (23) Não se consideraria científica uma teoria que não enfrentasse qualquer dificuldade empírica [Lakatos 1978, I: 33].
- (24) As teorias por si mesmas nunca predizem fenômenos; a predição também requer valores numéricos para os parâmetros de uma teoria e supõe que foram levados em conta todos os fatores que a teoria identifica como relevantes à predição. Ex.: as predições imprecisas das localizações de Urano em meados do século dezanove não dependeram apenas da teoria de Newton, mas envolveram estimativas das massas de planetas vizinhos conhecidos e a suposição de que todas as massas de significativa influência gravitacional sobre Netuno eram conhecidas [Lakatos 1978, I: 16, 40-1, 111].
- (25) Quando as predições de uma teoria se mostram imprecisas, os cientistas não procuram localizar o problema na própria teoria, nem nos valores numéricos utilizados nas predições, nem na suposição de que tudo que é relevante foi *tomado como fator*. Pelo contrário, eles consideram tudo que esteve envolvido na realização das predições como sendo igualmente problemático e sujeito à revisão [Lakatos 1978, I: 16, 40-1, 111].
- (26) Através do desenvolvimento e extensão de um conjunto de suposições diretivas, certos elementos desse conjunto são centrais no sentido de que se mantêm imunes à crítica e à refutação empírica. Assume-se que todas as dificuldades empíricas enfrentadas pelas suposições diretivas provêm de seus elementos não-centrais, e que só eles estão sujeitos à crítica e revisão [Lakatos 1978, I: 47-50].
- (27) As leis e hipóteses centrais de um conjunto de suposições diretivas estão explícitas na formulação inicial do conjunto e, desde o começo, distinguem-se claramente dos elementos *não-centrais*. (O sentido em que esses componentes são *não-centrais* é que eles podem ser retirados sem violar a integridade ou coerência do todo. No entanto, esses componentes não-centrais são úteis, e tal-

- vez cruciais, na solução de dificuldades empíricas particulares.)
[Lakatos 1978, I: 47-50].
- (28) A decisão de conceder uma posição privilegiada a alguns componentes de um conjunto de suposições diretivas, e direcionar todas as dificuldades empíricas contra os outros componentes do conjunto, é uma estipulação arbitrária e não tem uma fundamentação especial [Lakatos 1978, I: 48-9].
- (29) Os cientistas que desenvolvem um conjunto de suposições diretivas não se ocupam de dificuldades empíricas. Pelo contrário, sua atenção concentra-se em corrigir suposições colaterais que foram utilizadas em explicações e predições mas que, de acordo com as suposições diretivas, são (na melhor das hipóteses) grosseiras e aproximadas. Ex.: exatamente a mesma sucessão de aperfeiçoamentos e tratamentos cada vez mais realistas do átomo de hidrogênio que foi introduzida na teoria de Bohr (1913) teria sido introduzida caso essa teoria não enfrentasse qualquer problema empírico [Lakatos 1978, I: 51-2, 63, 65].
- (30) Em geral, as dificuldades importantes que um conjunto de suposições diretivas enfrenta são dificuldades técnicas e matemáticas de sua própria construção, ao invés de dificuldades empíricas [Lakatos 1978: I: 51-2, 63, 65].
- (31) Se um conjunto de suposições diretivas obtém êxito empírico apenas ao admitir leis ou hipóteses de um conjunto de suposições anterior com o qual ele é estritamente inconsistente, os cientistas não tentarão resolver a inconsistência através da substituição daquelas leis ou hipóteses antigas, até que as novas suposições diretivas tenham destacado êxito em prever corretamente fenômenos antes desconhecidos. Entrementes, os cientistas continuarão a trabalhar com base nas novas suposições apesar da inconsistência, que não será levada em conta. Ex.: a confiança de Bohr nos princípios de correspondência [Lakatos 1978, I: 57].
- (32) Apenas provisoriamente os cientistas toleram a inconsistência num conjunto de suposições diretivas, pois nem todos os membros de um conjunto inconsistente podem ser verdadeiros [Lakatos 1978, I: 58].
- (33) A ambição de longo prazo dos cientistas é encontrar suposições diretivas verdadeiras, não apenas suposições bem-sucedidas na solução de problemas empíricos [Lakatos 1978, I: 58].
- (34) A necessidade de substituir uma teoria comumente torna-se óbvia diante de um conjunto fundamental de suposições diretivas do qual ela retira suas hipóteses básicas. Portanto, mesmo que uma

- teoria não enfrente dificuldade empírica alguma, os cientistas ainda podem tentar substituí-la [Lakatos 1978, I: 65].
- (35) Na maior parte dos casos, apenas um pequeno número de experimentos tem real significância na decisão de substituir uma teoria. Essa decisão é tomada principalmente por razões teóricas, e a proliferação de dificuldades empíricas pouco ou nada importa para a substituição de uma teoria [Lakatos 1978, I: 37, 65].
 - (36) Considera-se um experimento como evidência decisiva contra um conjunto de suposições diretivas somente muito depois de seus resultados serem amplamente conhecidos [Lakatos 1978, I: 72, 76, 111].
 - (37) Antes de se considerar um experimento como evidência decisiva contra um conjunto de suposições diretivas, é preciso que se desenvolvam novas suposições que predigam corretamente os resultados desse experimento e também predigam corretamente outros fenômenos até então desconhecidos [Lakatos 1978, I: 69, 72, 111].
 - (38) Os experimentos são considerados contrários a um conjunto de suposições diretivas somente de modo indireto, através do apoio positivo que emprestam a um conjunto rival. Ex.: o experimento de Michelson-Morley só proporcionou uma séria infirmação empírica da teoria do éter do século dezenove porque ele emprestou forte apoio à teoria da relatividade [Lakatos 1978, I: 73, 77].
 - (39) Apenas os fenômenos desconhecidos até sua predição por uma teoria é que têm algum peso na avaliação de teoria. Ex.: o experimento de Michelson-Morley acrescentou pouco apoio à teoria da relatividade, pois foi realizado antes do desenvolvimento dessa teoria [Lakatos 1978, I: 5, 38-9].
 - (40) A predição correta por uma teoria de fenômenos conhecidos mas não explicados antes dessa teoria conta de maneira muito favorável à teoria [Lakatos 1978, I: 66-70].
 - (41) A medida da importância de um experimento é a importância da teoria que ele testa. Os experimentos não têm significância autônoma; sua significância deriva-se inteiramente de suas implicações para o destino das teorias [Lakatos 1978, I: 73, 78].
 - (42) Os cientistas resistem à introdução de hipóteses não-centrais para resolver dificuldades empíricas, a menos que essas hipóteses também permitam a predição de fenômenos antes desconhecidos ou sejam incorporadas a novas teorias que predizem fenômenos desconhecidos. Ex.: a hipótese do neutrino de Pauli foi aceita não por ser necessária para manter a conservação de energia, mas porque foi utilizada na aplicação que Fermi fez da mecânica quântica de Heisenberg ao núcleo atômico [Lakatos 1978, I: 85].

- (43) A aceitabilidade das observações utilizadas para testar uma teoria sempre depende de outras teorias; e essas observações podem ser rejeitadas mediante a revisão ou substituição dessas outras teorias. Ex.: as observações de Galileo de montanhas na lua e manchas no sol pressupunham uma teoria óptica pouco desenvolvida a respeito do telescópio [Lakatos 1978, I: 14-16, 43, 45, 62, 73-4].
- (44) Um cientista teórico cuja teoria conflita com observações comumente defende sua teoria atacando outras teorias das quais essas observações dependem. Ex.: a refutação experimental de Michelson da explicação da aberração dada por Fresnel dependeu de suposições teóricas substituídas por Lorentz via a hipótese de contração. Similarmente, Bohr foi capaz de rejeitar as observações de Pickering e Fowler da série ultravioleta [Lakatos 1978, I: 14-16, 43, 45, 62, 73-4].
- (45) Na escolha entre dois conjuntos rivais de suposições diretivas, prefere-se aquele conjunto que prediz tudo que é predito pelo seu rival e também alguns novos e surpreendentes fenômenos [Lakatos 1978, I: 185-86].
- (46) Na escolha entre dois conjuntos rivais de suposições diretivas, prefere-se aquele conjunto que faz previsões corretas com o emprego de suas suposições centrais, não de suposições inventadas para esse propósito. Ex.: as astronomias ptolomaica e copernicana [Lakatos 1978, I: 185-86].
- (47) Alguns fracos conjuntos de suposições diretivas pareceram bons porque um número suficiente de pessoas talentosas trabalharam neles [Lakatos 1978, I: 111].
- (48) Os conjuntos de suposições diretivas em competição têm regras comuns de avaliação de teoria. É falso dizer que todo conjunto de suposições diretivas tem suas próprias regras associadas [Lakatos 1978, I: 47 e seguintes].
- (49) Os cientistas não têm escrúpulos em introduzir hipóteses que não sejam centrais, nem de outra forma motivadas, a fim de proteger uma teoria de aparente refutação, mesmo que as hipóteses tenham pouco valor explicativo adicional [Lakatos 1978, I: 16-17].
- (50) Se uma hipótese não-central falha quando tratada fora do âmbito de seu desenvolvimento inicial, ela pode ser protegida por uma, outra hipótese auxiliar, que explica as aparentes falhas da primeira. Se falharem os testes independentes da segunda hipótese auxiliar, uma terceira poderá ser introduzida, e assim por diante [Lakatos 1978, I: 16-17].
- (51) Por maior que seja a cadeia de hipóteses auxiliares apresentadas para salvar uma teoria, qualquer sinal de êxito experimental, ainda que no extremo da cadeia, empresta apoio a todas as hipóteses

- prévias e à teoria original da qual elas foram auxiliares [Lakatos 1978, I: 16-17].
- (52) Algumas das diretrizes de pesquisa associadas a um conjunto de suposições diretivas podem ser substituídas durante o desenvolvimento histórico dessas suposições [Lakatos 1978, I: 51].
- (53) Os novos conjuntos de suposições diretivas freqüentemente incorporam as suposições centrais de seus predecessores [Lakatos 1978, I: 68].

Teses de Laudan

Narrativa

De acordo com Laudan, a ciência tem como objetivo resolver problemas intelectuais. As teorias e suposições diretivas (*tradições de pesquisa*) em competição devem ser avaliadas em termos de sua eficácia na solução de problemas. Os problemas a serem resolvidos são de dois tipos: questões empíricas concernentes a objetos em algum domínio; e dificuldades conceituais concernentes a contradições internas a uma teoria, ou entre ela e outros princípios científicos, metodológicos ou mesmo metafísicos. A eficácia geral de uma teoria em resolver problemas é determinada estimando-se o número e a importância dos problemas empíricos que a teoria resolve, subtraindo-se daí o número e a importância das anomalias e problemas conceituais que a teoria gera.

Pode ser racional *adotar* (seguir) a investigação de uma teoria mesmo que seja irracional aceitá-la. A decisão de adotá-la baseia-se na proporção com que a teoria recentemente resolveu problemas. A decisão de aceitar uma teoria baseia-se em seu registro de longo prazo. Ambos os juízos requerem a comparação com teorias alternativas.

O progresso consiste em aceitar teorias que cada vez melhor resolvem problemas. Uma teoria pode ser melhor que outra em resolver problemas mesmo que não seja capaz de resolver alguns dos problemas resolvidos com êxito pela outra. Por sua vez, as suposições diretivas são julgadas com base no êxito relativo em resolver problemas por meio das teorias que elas apóiam.

Os elementos mais importantes de um conjunto de suposições diretivas são uma ontologia e uma heurística. Esta última consiste num conjunto de regras que dirigem a construção de teorias e particularizam a ontologia. Um conjunto de suposições diretivas pode apoiar, ao mesmo tempo, muitas teorias incompatíveis. As suposições diretivas podem

ser consideradas empiricamente testáveis na medida em que seu destino final assenta-se no êxito empírico das teorias que elas apóiam.

Os conjuntos de suposições diretivas comumente evoluem de tal modo que as primeiras e as últimas versões da mesma *tradição de pesquisa* podem ter poucas suposições comuns, ou mesmo nenhuma. Esse processo de evolução guia-se por uma série de discretas decisões a respeito dos objetivos, métodos e asserções ontológicas centrais do conjunto. Assim, pode acontecer de os cientistas descobrirem que os métodos anteriormente adotados não promovem seus objetivos, ou que as teorias anteriormente mantidas não satisfazem suas exigências metodológicas. Eles podem ainda descobrir que os objetivos que antes eram centrais a sua tradição não mais são viáveis, pois não podem ser alcançados. É através desse processo reticulado que uma série de mudanças graduais chega a produzir grandes mudanças nas crenças centrais da comunidade científica. Muito raramente, ou nunca, acontece de os cientistas mudarem suas teorias, métodos e objetivos ao mesmo tempo. As "revoluções" sempre ocorrem de modo paulatino e não precisam envolver incomensurabilidades globais.

Teses

Todas as referências foram extraídas dos dois livros de Laudan sobre a mudança científica, a saber, *Progress and its problems* (1977) e *Science and values* (1984).

- (1) A definição de um problema empírico requer a especificação prévia de um contexto de pesquisa [Laudan 1977: 15].
- (2) Uma teoria é avaliada não apenas por sua adequação empírica mas também com respeito a sua consistência interna e sua compatibilidade com outras concepções predominantes [Laudan 1977: 14, 49].
- (3) Os cientistas entendem que uma teoria é particularmente persuasiva quando ela pode resolver dificuldades empíricas enfrentadas por suas teorias rivais [Laudan 1977: 18].
- (4) Os cientistas freqüentemente julgam que uma teoria é capaz de solucionar um problema empírico mesmo quando não estão preparados para acreditar nela [Laudan 1977: 22-3].
- (5) As predições que as teorias fazem com respeito aos fenômenos são, com freqüência, apenas aproximadamente corretas [Laudan 1977: 22-4].
- (6) A imprecisão das soluções anteriores aos problemas é, com freqüência, reconhecida somente à luz das soluções posteriores Ex.:

as teorias termodinâmicas de Carnot foram vistas como aproximadas somente com os trabalhos de Clausius; analogamente, a teoria de Newton mostrou que a teoria galileana da queda livre apresentava predições apenas aproximadamente corretas [Laudan 1977: 22-4].

- (7) Os critérios de adequação das soluções aos problemas são dados por um conjunto de suposições diretivas. Quando mudam as suposições diretivas, tais critérios também podem mudar [Laudan 1977: 25].
- (8) As dificuldades empíricas por si mesmas nunca compelem ao abandono de uma teoria [Laudan 1977: 27].
- (9) A capacidade de uma teoria de transformar aparentes contra-exemplos em problemas resolvidos é especialmente persuasiva em seu favor. Ex.: a hipótese de Prout a respeito da composição atômica [Laudan 1977: 31].
- (10) Antes de serem aceitas, as teorias resolvem muitos dos problemas empíricos resolvidos pelas suas rivais; entretanto, uma teoria raramente resolverá todos os problemas resolvidos pelas suas rivais [Laudan 1977: 27].
- (11) O contexto histórico é um grande fator determinante da importância de um problema. Um mesmo problema pode ter diferentes graus de força probatória em diferentes contextos históricos [Laudan 1977: 33 e seguintes].
- (12) Um grande fator determinante da importância de um problema é o seu nível de generalidade [Laudan 1977: 33 e seguintes].
- (13) A importância de uma dificuldade empírica aumenta com o grau de discrepância entre a predição e o resultado, com a duração da dificuldade e com sua resistência passada à solução [Laudan 1977: 39].
- (14) As dificuldades empíricas enfrentadas por uma teoria contam de modo desfavorável à teoria mais em função da importância delas do que de seu número [Laudan 1977: 37].
- (15) Os cientistas teóricos, por oposição aos experimentais, preocupam-se tanto com a coerência conceitual de uma teoria quanto com seus êxitos empíricos. Ex.: as críticas à astronomia ptolomaica; os debates sobre os fundamentos do sistema newtoniano do mundo; a recepção das teorias de Darwin, Freud, Skinner e da mecânica quântica [Laudan 1977: 45].
- (16) As categorias explicativas vagas ou obscuras e os princípios inconsistentes são vistos como sérias deficiências de uma teoria [Laudan 1977: 49].
- (17) Uma teoria pode ser contestada ou apoiada por outras teorias,

- metodologias ou concepções metafísicas que estão fora do campo da própria teoria [Laudan 1977: 49, 55].
- (18) Quando uma teoria conflita com a metodologia que prevalece num campo, freqüentemente é a metodologia que sofre alterações. Ex.: a teoria newtoniana e a metodologia indutivista [Laudan 1977: 58, 59].
 - (19) A aceitabilidade de uma teoria aumenta com o número e a importância dos problemas empíricos que a teoria resolve, e diminui com o número e a importância das dificuldades empíricas e conceituais com que a teoria se defronta [Laudan 1977: 5, 13, 66, 68, 119].
 - (20) O progresso consiste em substituir uma teoria por outra que oferece ganhos líquidos na solução de dificuldades empíricas e conceituais [Laudan 1977: 68].
 - (21) As suposições diretivas identificam as espécies de objetos e processos num domínio e os métodos de pesquisa adequados a seu estudo. Ex.: a tradição do uniformismo em geologia; o cartesianismo [Laudan 1977: 79].
 - (22) As suposições diretivas proporcionam diretrizes para a modificação e transformação de teorias com o fim de aperfeiçoar sua eficácia na solução de problemas [Laudan 1977: 92].
 - (23) As teorias desenvolvidas a partir de um mesmo conjunto de suposições diretivas são às vezes inconsistentes entre si. Ex.: as teorias dentro das ópticas cartesiana e newtoniana [Laudan 1977: 81, 85].
 - (24) Julga-se a aceitabilidade de um conjunto de suposições diretivas com base no êxito de suas teorias associadas em resolver problemas [Laudan 1977: 82].
 - (25) As suposições diretivas de um campo às vezes mudam sem que haja uma significativa mudança nas teorias [Laudan 1977: 96].
 - (26) As teorias num campo podem mudar sem que haja mudança nas suposições diretivas [Laudan 1977: 96].
 - (27) Os cientistas às vezes mudam de idéia sobre quais elementos de um conjunto de suposições diretivas são mais centrais, e quais estão abertos a emenda. Ex.: a mecânica newtoniana; o marxismo [Laudan 1977: 99].
 - (28) Um conjunto de suposições diretivas altamente bem-sucedido leva às vezes ao abandono de concepções de mundo extracientíficas que são incompatíveis com ele. Ex.: Descartes, Newton, Darwin [Laudan 1977: 101].
 - (29) Os cientistas aceitam as teorias em virtude de seu registro geral no intento de resolver problemas, não por causa de seu completo

- êxito em lidar com o problema que no momento está sendo investigado [Laudan 1977: 107].
- (30) Os cientistas freqüentemente trabalham com teorias que eles não aceitam, desde que tais teorias tenham no momento um elevado índice de solução de problemas. Ex.: a física de Galileo, o atomismo de Dalton [Laudan 1977: 110, 119].
 - (31) Um cientista freqüentemente trabalha com dois conjuntos de suposições diretivas diferentes ou mesmo mutuamente inconsistentes [Laudan 1977: 110].
 - (32) A apreciação de uma teoria é relativa a suas rivais existentes, às doutrinas prevaletentes de avaliação de teoria e às teorias prévias [Laudan 1977: 1-3, 124].
 - (33) Os cientistas às vezes utilizam teorias com elevada eficácia na solução de problemas, mesmo que não acreditem que tais teorias sejam verdadeiras [Laudan 1977: 125].
 - (34) É comum um campo ter mais de um conjunto de suposições diretivas atuando num dado instante. Ex.: a química no século dezanove, a mecânica no século dezoito [Laudan 1977: 134].
 - (35) As rápidas mudanças nas suposições diretivas (isto é, as *revoluções*) num campo resultam da aceitação inicial dessas suposições por alguns poucos cientistas. Ex.: Darwin, Newton, Lyell [Laudan 1977: 137].
 - (36) Em nenhuma ocasião, no desenvolvimento de um campo, suas suposições diretivas mantêm-se imunes à crítica [Laudan 1977: 138].
 - (37) As teorias sucessivas num campo dirigem-se a muitos dos mesmos problemas empíricos (mas não a todos eles) [Laudan 1977: 140].
 - (38) Os problemas empíricos utilizados para testar as teorias rivais comumente podem ser caracterizados sem o emprego de suposições que dependam das teorias sob avaliação [Laudan 1977: 143].
 - (39) É comum haver perdas assim como ganhos empíricos associados à substituição de uma antiga teoria por uma nova. Ex.: os teóricos da geologia antes de Cuvier e Lyell ocuparam-se de várias dificuldades empíricas que depois foram desconsideradas. A óptica de Newton não pôde explicar a refração no espato-de-islândia, que era explicada pela óptica de Huygens [Laudan 1977: 148-49].
 - (40) A maior parte da atividade teórica nas ciências não se dirige à solução de problemas práticos [Laudan 1977: 224].
 - (41) Os conjuntos de suposições diretivas podem ser apreciados através da comparação do êxito líquido em resolver problemas obtido por suas melhores teorias associadas, diante das teorias associadas a conjuntos rivais ao longo do tempo [Laudan 1977: 124].

- (42) Um conjunto de suposições diretivas inclui uma ontologia, uma metodologia e uma especificação dos objetivos cognitivos [Laudan 1984: 42].
- (43) Na maior parte das vezes, a maioria dos cientistas em qualquer campo ou subcampo está de acordo sobre: (a) o estatuto da maioria das asserções de sua disciplina; (b) os problemas centrais a serem resolvidos; (c) as técnicas experimentais e quantitativas apropriadas; (d) as entidades teóricas e explicativas a serem postuladas [Laudan 1984: 3].
- (44) Os problemas centrais, as técnicas e as hipóteses explicativas básicas de todo campo científico sofrem mudanças, às vezes rápidas [Laudan 1984: 4-5].
- (45) Os cientistas em geral atribuem a obtenção do consenso em seu campo ao *método científico*, isto é, aos padrões metodológicos compartilhados [Laudan 1984: 6].
- (46) Numa significativa minoria dos casos, surgem desacordos profundos e prolongados que não são resolvidos por apelo a padrões metodológicos compartilhados [Laudan 1984: 7-8, 13, 22].
- (47) Os desacordos de longo prazo comumente não podem ser atribuídos a irracionalidade, incompetência, influência de ideologias não-científicas ou desconsideração do *método científico* [Laudan 1984: 7-8, 12].
- (48) Raramente as teorias rivais têm, apesar de tudo, as mesmas consequências observacionais [Laudan 1984: 7-8, 12].
- (49) Os cientistas às vezes discordam sobre os métodos apropriados a serem utilizados na avaliação de teorias rivais [Laudan 1984: 12, 33].
- (50) Os métodos utilizados para avaliar teorias científicas mudam com o tempo [Laudan 1984: 33-40].
- (51) Os cientistas pensam que os objetivos da ciência não são arbitrários [Laudan 1984: 48].
- (52) Os objetivos da pesquisa científica sofrem grande mudança com o tempo [Laudan 1984: 47].
- (53) Os cientistas às vezes discordam sobre os objetivos da ciência [Laudan 1984: 42].
- (54) O processo de resolver desacordos sobre os objetivos da ciência se dá de modo razoado [Laudan 1984: 48].
- (55) Embora os elementos de um conjunto de suposições diretivas formem uma rede interconectada, interrelacionada e interativa, os componentes relacionados dessa rede não constituem *um pacote de se pegar ou largar*; os cientistas tratam esses componentes como individualmente negociáveis e substituíveis [Laudan 1984: 73].

- (56) Os cientistas às vezes discordam sobre quais devam ser os objetivos da ciência, embora concordem acerca dos padrões apropriados a serem utilizados para avaliar teorias [Laudan 1984: 45].
- (57) Os cientistas às vezes concordam acerca de quais devam ser os objetivos da ciência, embora discordem sobre quais padrões devam ser utilizados para avaliar teorias [Laudan 1984: 37].
- (58) Os cientistas às vezes discordam sobre quais padrões utilizar para avaliar teorias, embora concordem em suas preferências por teoria ou acerca das ontologias subjacentes [Laudan 1984: 46].
- (59) Os cientistas às vezes concordam acerca de quais devam ser os objetivos e padrões da ciência, mas discordam sobre a ontologia apropriada que as teorias deveriam exemplificar [Laudan 1984: 75].
- (60) Os cientistas às vezes concordam acerca de quais padrões utilizar para avaliar teorias, embora discordem nas preferências por teorias específicas [Laudan 1984: 33].
- (61) Os cientistas às vezes discordam sobre quais devam ser os objetivos da ciência, e sobre quais padrões devam ser utilizados para avaliar teorias, embora concordem em suas preferências por teorias específicas [Laudan 1984: 46].
- (62) Os desacordos entre defensores de conjuntos *completamente diferentes* de suposições diretivas às vezes se resolvem porque os cientistas mudam de idéia acerca de cada um dos componentes em questão tomados um por vez, durante um período de tempo, e não através de uma experiência de conversão em que tudo ocorre de uma só vez [Laudan 1984: 76, 80 e seguintes].
- (63) As mudanças de um conjunto de suposições diretivas para outro *completamente diferente* são com freqüência retratadas retrospectivamente como conversões holísticas, quando de fato elas são mudanças graduais e paulatinas [Laudan 1984: 78].
- (64) Na decisão entre teorias rivais, os cientistas escolhem entre as opções disponíveis no momento, ao invés de decidirem se uma teoria é superior a todas as alternativas possíveis [Laudan 1984: 27-8].
- (65) Na maioria dos casos, as regras compartilhadas (por exemplo, sobre o planejamento experimental, a teoria dos erros) permitem que os cientistas resolvam os desacordos que surgem na escolha entre teorias alternativas disponíveis na ocasião [Laudan 1984: 25, 28-30].
- (66) Numa minoria dos casos, as disputas sobre as preferências por teoria não podem ser resolvidas por apelo a regras metodológicas compartilhadas, ou porque (a) as regras, embora partilhadas, não

- apresentam um claro veredito, ou porque (b) há desacordos sobre como as regras devem ser ponderadas, ou porque (c) a interpretação das próprias regras está em jogo [Laudan 1984: 24, 28, 33].
- (67) Os cientistas freqüentemente apelam às melhores teorias científicas do momento quando julgam se uma regra proposta de avaliação de teoria é um meio ótimo de alcançar os objetivos da ciência [Laudan 1984: 38-40].
 - (68) Em alguns casos, os desacordos sobre as regras não podem ser resolvidos apelando-se aos objetivos compartilhados, seja porque essas considerações apresentam um veredito ambíguo, seja porque os cientistas têm diferentes concepções a respeito dos objetivos básicos do campo [Laudan 1984: 37-8, 41].
 - (69) Os objetivos científicos são às vezes criticados como sendo inatingíveis. Ex.: os objetivos do infalibilismo com respeito a leis e teorias [Laudan 1984: 51].
 - (70) Os objetivos científicos são às vezes criticados como sendo imprecisos, ambíguos, arbitrários na aplicação ou conceitualmente confusos, e por essas razões não poderiam ser alcançados de modo *averiguável*. Ex.: a simplicidade, a inteligibilidade [Laudan 1984: 52, 61].
 - (71) Os objetivos científicos são às vezes criticados por não haver um modo operacional para determinar se o objetivo foi alguma vez alcançado. Ex.: o objetivo da verdade ou verdade aproximada nas teorias [Laudan 1984: 53].
 - (72) Os objetivos científicos são às vezes criticados por não se haver produzido, apesar de persistente esforço, nenhuma teoria que tenha atingido esses objetivos. Ex.: o abandono do objetivo de *inteligibilidade* na tradição cartesiana da filosofia mecanicista [Laudan 1984: 60].
 - (73) Os objetivos propostos por um campo são às vezes criticados por não estarem de acordo com as teorias ou práticas já altamente estimadas por quem trabalha nesse campo. Ex.: a mudança no indutivismo antimicroteórico ocorrida no século dezoito com o objetivo de produzir teorias sobre as entidades inobserváveis da estrutura profunda [Laudan 1984: 53-60].
 - (74) As regras às quais os cientistas apelam nas disputas entre teorias são com freqüência genuinamente eficazes para guiar a seleção de teoria e produzir o consenso [Laudan 1984: 92].
 - (75) Alguns padrões aos quais os cientistas apelam são ambíguos na formulação ou indeterminados na aplicação. Ex.: a simplicidade [Laudan 1984: 52].
 - (76) Nas escolhas de teoria em que as regras envolvidas conduzem a diferentes direções, é característico que os cientistas ofereçam ra-

- zões para atribuir maior prioridade a algumas regras e não a outras [Laudan 1984: 94].
- (77) Embora a curiosidade e a utilidade social às vezes levem os cientistas a tratar de certos problemas, essas motivações não têm uma influência de longo prazo na aceitabilidade de uma teoria inicialmente desenvolvida para resolver tais problemas [Laudan 1984: 98].
 - (78) Os cientistas comumente dão razões para identificar certos problemas como cruciais para testar uma teoria [Laudan 1984: 100].
 - (79) Os cientistas frequentemente atribuem grande importância à capacidade de uma teoria para resolver problemas que envolvem surpreendentes implicações da teoria [Laudan 1984: 100].
 - (80) Os cientistas frequentemente consideram um problema específico como importante na avaliação de uma teoria porque esse problema representa um *teste crucial* com relação a uma teoria rival [Laudan 1984: 100].
 - (81) Os cientistas frequentemente consideram importante a capacidade de uma teoria para resolver um problema específico porque esse problema não faz parte daqueles que a teoria destinou-se a explicar [Laudan 1984: 100].
 - (82) Muitos cientistas sustentam que a ciência deveria ter como objetivo, e eles próprios têm como objetivo, produzir teorias que proporcionem uma descrição verdadeira ou aproximadamente verdadeira das entidades inobserváveis de vários campos [Laudan 1984: 104].
 - (83) Muitas teorias passadas foram altamente bem-sucedidas embora postulassem entidades que, de acordo com nossas melhores teorias atuais, não existem. Ex.: as teorias do éter nos séculos dezoito e dezanove [Laudan 1984: 113-14].
 - (84) Os cientistas não consideram como razão para rejeitar uma teoria, que sob outros aspectos é bem-sucedida, o fato de ela não preservar os modelos explicativos das teorias anteriores bem-sucedidas [Laudan 1984: 126].
 - (85) As leis empíricas explicadas pelas teorias anteriores nem sempre são explicadas, mesmo como um caso-limite, pelas teorias posteriores que as substituem [Laudan 1984: 127].
 - (86) As predições confirmadas das teorias anteriores nem sempre são obtidas pelas teorias posteriores [Laudan 1984: 127].
 - (87) Os cientistas comumente não exigem que alguma nova teoria explique por que sua predecessora foi bem-sucedida [Laudan 1984: 132-33].

- (88) As teorias posteriores num campo comumente não explicam por que as teorias que elas substituem foram bem-sucedidas [Laudan 1984: 132-33].

Referências bibliográficas

- COHEN, I. Bernard. *The newtonian revolution*. Cambridge, Cambridge University Press, 1980.
- _____. *Revolution in science*. Cambridge, Harvard University Press, 1985.
- FEYERABEND, Paul. Problems of empiricism, in R. Colodny (org.). *Beyond the edge of certainty*. New Jersey, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1965, p.145-260.
- _____. Problems of empiricism, Part II, in R. Colodny (org.). *The nature and function of scientific theories*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1970, p.275-353.
- _____. *Against method*. London, New Left Books, 1975.
- _____. *Rationalism, realism and scientific method: Philosophical papers*, v. I, Cambridge, Cambridge University Press, 1981a.
- _____. *Problems of empiricism: Philosophical papers*, v. II, Cambridge, Cambridge University Press, 1981b.
- FLECK, Ludwig. *Genesis and development of a scientific fact*, Chicago, University of Chicago Press, 1979.
- HOLTON, Gerald. *Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein*, Cambridge, Harvard University Press, 1973.
- KUHN, Thomas S. The function of dogma in scientific research, in A.C. Crombie (org.). *Scientific change*, New York, Basic Books, 1963, p. 347-369.
- _____. *The structure of scientific revolutions*, 2nd ed., enlarged, Chicago, University of Chicago Press, 1970.
- _____. *The essential tension*, Chicago, University of Chicago Press, 1977.
- _____. What are scientific revolutions?, Occasional Paper nº 18, Center for Cognitive Science, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 1981.
- _____. Commensurability, comparability, communicability, in P.D. Asquith and T. Nickles (orgs.) *PSA 1982*, v.2, Philosophy of Science Association, Michigan, East Lansing, 1983a, p.669-688.

- _____. Rationality and theory choice, *Journal of Philosophy* 80, 1983b, p.563-570.
- LAKATOS, Imre. *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge, Cambridge University Press, 1978.
- LAUDAN, Larry. *Progress & its problems*. Berkeley, University of California Press, 1977.
- _____. *Science and values*. Berkeley, University of California Press, 1984.
- POPPER, Karl R. *The logic of scientific discovery*, New York, Basic Books, 1959.
- _____. *Conjectures & refutations*, New York, Basic Books, 1963.
- _____. *Objective knowledge*, Oxford, Oxford University Press, 1972.
- STEGMÜLLER, Wolfgang. *The structure and dynamics of theories*, New York, Spring-Verlag, 1976.
- TOULMIN, Stephen. The evolutionary development of natural science, *American Scientist* 55, 1967, p.456-470.
- _____. *Human understanding*, New Jersey, Princeton University Press, 1972.

Bibliografia selecionada de estudos de caso

- ALEXANDER, J. Paradigm revision and "parsonianism", *Canadian Journal of Sociologie* 4, 1979, p.343-358.
- ANDERSON, Paul F. Marketing, scientific progress and scientific method, *Journal of Marketing* 47, 1983, p. 18-31.
- ARCHIBALD, G. C. Method and appraisal in economics, *Philosophy of the Social Sciences* 9, 1979, p.304-315.
- BALL, T. From paradigms to research programs: Post-kuhnian political science, *American Journal of Political Science* 20, 1976, p.151-177.
- BARBOUR, Ian. Paradigms in science and religion, in Gutting (1980), 1980, p.223-245.
- BARKER, Peter and B. Gholson. The history of the psychology of learning as a rational process: Lakatos versus Kuhn, in H. W. Reese (org.), *Advances in child development and behavior* 18, New York, Academic Press, 1984, p.227-244.

- _____. Kuhn, Lakatos and Laudan: Applications to the history of physics and psychology, *American Psychologist* 40, 1985, p.755-769.
- BAUMBERGER, J. No kuhnian revolution in economics, *Journal of Economic Issues* 11, 1977, p.1-20.
- BEARDSLEY, Philip. Political science: The case of the missing paradigm, *Political Theory* 2, 1974, p.46-61.
- BECHTEL, W. The evolution of our understanding of the cell: A study in the dynamics of scientific progress, *Studies in History and Philosophy of Science* 15, 1984, p.309-356.
- BERNSTEIN, Howard. Marxist historiography and the methodology of research programmes, *History and Theory* 20, 1981, p.424-449.
- BLAUG, Mark. *A methodological appraisal of marxian economics*, Amsterdam, Elsevier, 1980.
- _____. Kuhn versus Lakatos, or paradigms versus research programmes in the history of economics, in Gutting (1980), 1980, p.137-159.
- BLUHM, William T. *The paradigm problem in political science: Perspectives from philosophy and from practice*, Durham, N.C. 1982.
- BRONFENBENNER, M. The "structure of revolutions" in economic thought, *History of Political Economy* 3, 1971, p.136-151.
- BROOKE, John. Avogadro's hypothesis and its fate: A case-study in the failure of case-studies, *History of Science* 19, 1981, p.234-273.
- BROWN, T. The electric current in early 19th-century french physics, *Historical Studies in the Physical Sciences* 1, 1969, 61 ss.
- _____. The rise of baconianism in 17th-century England, in *Science and History*, Polish Academy of Sciences Press, 1978, p.502-522.
- BRYANT, C.G.A. Kuhn, paradigms, and sociology, *British Journal of Sociology*, 26, 1975, p.354-359.
- BUCHDAHL, Gerd. History of science and criteria of choice, in Roger Stuewer (org.), *Minnesota studies in the philosophy of science*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970, p.204-230.
- BUSS, A. The structure of psychological revolutions, *Journal of the Behavioral Sciences* 14, 1978, p.57-64.
- CLARK, Peter. Atomism vs. thermodynamics, in Howson (1976), 1976, p.41-106.
- COATS, A. W. Is there a "structure of scientific revolutions" in economics?, *KYKLOS*, 22, 1969, p.289-296.

- _____. Economics and psychology: the death and resurrection of a research programme, in Latsis (1976), 1976, p.43-64.
- CONSTANT, Edward. *The origins of the turbojet revolution*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1980.
- CRANE, Diane. An exploratory study of kuhnian paradigms in theoretical high-energy physics, *Social Studies of Science* 10, 1980, p.23-54.
- CROWE, Michael. Ten "laws" concerning patterns of change in mathematics, *Historia Mathematica* 2, 1975, p.161-166.
- CUSHING, James. Models and methodologies in current theoretical high energy physics, *Synthese* 50, 1982, p.5-101, 109-123.
- DARDEN, Lindley. Reasoning in scientific change: Darwin, DeVries and the discovery of segregation, *Studies in History and Philosophy of Science* 7, 1976, p.127-169.
- DONOVAN, Arthur. Chemistry and philosophy in the Scottish enlightenment, *Studies on Voltaire and the enlightenment* 152, 1976, p.587-605.
- _____. William Cullen and the research tradition of eighteenth-century Scottish Chemistry, in R.H. Campbell and Andrew S. Skinner (orgs.), *The origins and nature of the Scottish enlightenment*, Edinburgh, John Donald, 1982, p.98-114.
- DOOLEY, Patrick. Kuhn and psychology: the Rogers-Skinner, Day-Giorgi Debates, *Journal for the Theory of Social Behavior* 12, 1982, p.275-290.
- ECKBERG, Douglas Lee and Lester Hill, Jr. The paradigm concept and sociology: A critical review, in Gutting (1980), 1980, p.117-136.
- FANG, J. Is mathematics an "anomaly" in the theory of scientific revolutions?, *Philosophica Mathematica* 10, 1973, p.92-101.
- FERGUSON, Michael. Progress and theory change: two analyses of Mr. Z., *Annual of Psychoanalysis* 19, 1981, p.133-160.
- FRANKEL, Henry. The non-kuhnian nature of the recent revolution in the earth sciences, in Ian Hacking and Peter Asquith (orgs.), *PSA 1978, v. 2*, Philosophy of Science Association, East Lansing, Michigan, 1978, p.197-214.
- _____. Why continental drift theory was accepted by the geological community with the confirmation of Harry Hess's concept of seafloor spreading, in Cecil Schneer (org.), *Two hundred years of geology in America*, Hanover, New Hampshire, University Press of New England, 1979, p.337-353.
- _____. The career of continental drift theory: An application of Imre Lakatos analysis of scientific growth to the rise of drift theory, *Studies in History and Philosophy of Science* 10, 1979, p.21-66.

- _____. The acceptance and rejection of continental drift theory as a rational episode in the history of science, in Seymour Mauskopf (org.), *The reception of unconventional science: AAAS selected symposium*, Washington, 1979, p.51-89.
- _____. Hess's development of his seafloor spreading hypothesis, in Thomas Nickles (org.) *Scientific discovery: Case studies*, Dordrecht, Reidel, 1980, p. 345-366.
- _____. Problem-solving, research traditions, and the development of scientific fields, in R. Giere and Peter Asquith (orgs.), *PSA 1980, Vol. 3*, Philosophy of Science Association, Michigan, East Lansing, p.29-40.
- _____. The importance of anticipating problem solutions in theory choice, *Indian Journal of Scientific and Industrial Research* 39, 1980, p.57-68.
- _____. The paleobiogeographical debate over the problem of disjunctively distributed life forms, *Studies in History and Philosophy of Science* 12, 1981, p.211-259.
- _____. The development, reception, and acceptance of the Vine-Matthews-Morley hypothesis, *Historical Studies in the Physical Sciences* 13, 1982, p.1-39.
- FRICKE, Martin. The rejection of Advogadro's hypothesis, in Howson (1976), 1967, p.277-308.
- GARDNER, Michael. Realism and instrumentalism in 19th-century atomism, *Philosophy of Science* 46, 1979, p.1-34.
- GREENE, J. C. The kuhnian paradigm and darwinian revolution in natural history, in Duane Roller (org.), *Perspectives in the history of science and technology*, Norma, University of Oklahoma Press, 1971, p.3-25.
- GUTTING, Gary (org.), *Paradigms and revolutions*, Indiana, University of Notre Dame Press, 1980.
- _____. Paradigms, revolutions and technology, in R. Laudan (1984), p.47-66.
- HALL, Richard. Kuhn and the copernican revolution, *British Journal for the Philosophy of Science*, 21, 1970, p.196-197.
- HANDS, Douglas. The methodology of economic research programmes, *Philosophy of the Social Sciences*, 9, 1979, p.293-303.
- _____. Second thoughts on Lakatos, *History of Political Economy*, 17, 1985, p.1-15.
- HATTIANGADI, J. Alternatives and incommensurables: The case of Darwin and Kelvin, *Philosophy of Science*, 38, 1971, p.502-507.

- HEIDELBERGER, M. Some intertheoretic relations between ptolemean and copernican astronomy, in Gutting (1980), 1976, p.271-283.
- _____. Towards a logical reconstruction of revolutionary change: The case of Ohm as an example, *Studies in the History and Philosophy of Science*, 11, 1980, p.103-121.
- HENDRICK, R. E. and A. Murphy. Atomism and the illusion of crisis: The danger of applying kuhnian categories to Current particle physics, *Philosophy of Science* 48, 1981, p.454-468.
- HOWSON, Colin (org.). *Method and appraisal in the physical sciences. The critical background to modern science, 1800-1905*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- HUFBAUER, Karl. *The formation of the german chemical community, 1720-1795*, Berkeley, University of California Press, 1982.
- HULL, David, P. Tessner, and A. Diamond. Planck's principle: Do younger scientists accept new scientific ideas with greater alacrity than older scientists?. *Science* 202, 1978, p.717-722.
- KITTS, D. B. Continental drift and scientific revolutions, in Kitts (org.), *The structure of geology*, Dallas, Southern Methodist University Press, 1977, p.115-127.
- KLEINER, Scott. Feyerabend, Galileo and Darwin. How to make the best out of what you have-or think you can get, *Studies in History and Philosophy of Science*, 10, 1979, p.285-309.
- _____. Problem solving and discovery in the growth of Darwin's theories of evolution, *Synthese*, 47, 1981, p.119-162.
- KUNIN, L. and F. S. Weaver. On the structure of scientific revolutions in economics, *History of Political Economy*, 3, 1971, p.391-397.
- LATSIS, S. (org.) *Method and appraisal in economics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- LAUDAN, Rachel. The recent revolution in geology and Kuhn's theory of scientific change, in Gutting (1980), 1980, p. 284-296.
- _____. *The nature of technological knowledge: Are models of scientific change relevant?*. Boston, Reidel, 1984.
- _____. Cognitive change in technology and science: Are models of scientific change relevant?, in Laudan (1984), 1984, p.83-104.
- LAYMON, Ronald. Feyerabend, brownian motion, and the hiddenness of refuting facts, *Philosophy of Science*, 44, 1977, p.225-247.
- LEIJONHUFVUD, Axel. Schools, "revolutions", and research programmes in economic theory, in Latsis (1976), 1976, p. 65-108.

- LOASBY, R. G. Hypothesis and paradigm in the theory of the firm, *Economic Journal*, 81, 1971, p.863-886.
- MACHAMER, P. Feyerabend and Galileo, *Studies in History and Philosophy of Science*, 4, 1973, p.1-46.
- MARCHI, Neil. The empirical content and longevity of ricardian economics, *Economica* 37, 1970, p.257-276.
- _____. Anomaly and the development of economics: The case of the leontief paradox, in Latsis (1976), 1976, p.109-127.
- MCCANN, H. *Chemistry transformed: The paradigmatic shift from phlogiston to oxygen*, N. J., Norwood, Ablex, 1978.
- MICHOD, Richard. Positive heuristics in evolutionary biology, *British Journal for the Philosophy of Science*, 32, 1981, p.1-36.
- MOULINES, C. Intertheoretic approximation: The Kepler-Newton case, *Synthese*, 45, 1980, p.387-412.
- MOWNY, Bryan. From Galen's theory to William Harvey's theory, *Studies in History and Philosophy of Science*, 16, 1985, p.49-82.
- MUSGRAVE, Alan. Why did oxygen supplant phlogiston! Research programmes in the chemical revolution, in Howson (1976), 1976, p.181-210.
- NUGAYEV, R. M. The history of quantum mechanics as a decisive argument favoring Einstein over Lorentz, *Philosophy of Science*, 52, 1985, p.44-63.
- PERCIVAL, W. Applicability of Kuhn's paradigms to the history of linguistics, *Language*, 52, 1976, p.285-294.
- PETERSON, Gerald. Historical self-understanding in the social sciences: The use of Thomas Kuhn in psychology, *Journal for the Theory of Social Behavior*, 11, 1981, p.1-30.
- POTTER, Jonathan. Testability, flexibility: Kuhnian values in scientists discourse concerning theory choice, *Philosophy of the Social Sciences*, 14, 1984, p.303-330.
- RADDER, Hans. An immanent criticism of Lakatos' account of the "degenerating phase" of Bohr's atomic theory, *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 13, 1982, p.99-109.
- ROCKE, A. J. Kekule, Butlerov, and the historiography of the theory of chemical structure, *British Journal for the History of Science*, 14, 1981, p.27-57.
- RUSE, Michael. What kind of revolution occurred in geology?, in I. Hacking and P. Asquith (orgs.), *PSA 1978*, v. 2, East Lansing, Michigan, Philosophy of Science Association, 1978, p.240-273.

- SCHAGRIN, Morton. Resistance to Ohm's law, *American Journal of Physics*, 31, 1963, p.536-547.
- SCHOPMAN, Joop. The history of semi-conductor electronics - A kuhnian story?, *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 12, 1981, p.297-302.
- SHRADER-Frechette, K. Atomism in crisis: An analysis of the current high energy paradigm, *Philosophy of Science*, 44, 1977, p.409-440.
- STANFIELD, R. Kuhnian scientific revolutions and the keynesian revolution, *Journal of Economic Issues*, 8, 1974, p.97-109.
- STEPHENS, J. The kuhnian paradigm and political inquiry: An appraisal, *American Journal of Political Science*, 17, 1973, p.467-488.
- TOBEY, Ronald. *Saving the prairies*, Berkeley, University of California Press, 1981.
- TORNEBOHM, Hakan. *Paradigm shift in theories of gravitation*, Stockholm, Esscite studium, 1977.
- URBACH, Peter. Progress and degeneration in the "I.Q. debate", *British Journal for the Philosophy of Science*, 25, 1974, p.99-135, 235-259.
- WEIMER, W. B. and D. S. Palermo. Paradigms and normal science in psychology, *Science Studies*, 3, 1973, p. 211-244.
- WINSTON, M.E. Did a (kuhnian) scientific revolution occur in linguistics? in F. Suppe and P. Asquith (orgs.), *PSA 1976, v. 1*, East Lansing, Michigan, Philosophy of Science Association, 1976, p.25-33.
- WOLIN, Sheldon. Paradigms and political theories, in Gutting (1980), 1980, p.160-194.
- WORRALL, John, Thomas Young and the refutation of newtonian optics, in Howson (1976) 1976, p.107-179.
- _____. The pressure of light: the strange case of the vacillating "crucial experiment", *Studies in History and Philosophy of Science*, 13, 1982, p.133-171.
- ZAHAR, E. Why did Einstein's programme supersede Lorentz's?, *British Journal for the Philosophy of Science*, 24, 1973, p.95-123, 223-262.

Notas

- 1 Como evidência do caráter amplamente *a priori* da teoria de Kuhn cf. Janet Kourany: 1979, 'The non-historical basis of Kuhn's theory of science', *Nature and System* 1, 46-59.
- 2 Esse problema é muito sério. Por exemplo, alguns comentadores de Kuhn e Feyerabend, certamente pouco familiarizados com o sentido técnico desses termos, entendem que *teorias incomensuráveis* são simplesmente aquelas que fazem diferentes asserções sobre o mundo, ou asserções entre as quais nenhuma clara escolha possa ser feita.
- 3 Para nossos propósitos, identificaremos uma área como sendo área de acordo se pelo menos três dos quatro teóricos da mudança científica por nós considerados compartilham a mesma posição. Na organização temática, o grau de consenso está ocasionalmente mascarado, pois também foram incluídas as afirmações de outros autores tendo em vista a ênfase e o contraste.
- 4 Uma exceção é David Hull, *et al.*: 1978, 'Planck's Principle', *Science* 202, 717-22.
- 5 Todas as referências são indicadas na seguinte forma [autor data-de-publicação: página(s)]. (Todas as referências a Lakatos 1978 dizem respeito ao v.I dessa obra, exceto nos casos em que especificamente indicamos outro texto.)
- 6 Embora o livro de Kuhn *The structure of scientific revolutions* tenha sido originalmente publicado em 1962, todas as referências são à segunda edição (1970). (A paginação varia da primeira para a segunda edição.) Do mesmo modo, os trabalhos de Kuhn escritos antes de 1970 são, sempre que possível, referidos na coletânea *The essential tension* (Chicago: University of Chicago Press, 1977), que é facilmente acessível. As teses desta seção foram desenvolvidas a partir dos escritos de Kuhn até 1970 (embora alguns temas permaneçam em seus trabalhos seguintes). Levamos em conta também os esclarecimentos ocasionais em seus escritos posteriores, embora as principais elaborações e os novos temas apresentados a partir de 1970 sejam considerados na próxima seção desta monografia.

Resumo

Os autores deste ensaio entendem que é preciso testar de forma mais completa as afirmações empíricas das recentes teorias da mudança científica. Tendo em vista facilitar tal empreendimento, apresentam-se em linguagem não-técnica as afirmações empíricas de Kuhn, Feyerabend, Lakatos e Laudan, que estão organizadas por autor e por assunto. Ao final, inclui-se uma bibliografia de estudos de caso.

Abstract

The authors call for a more thorough testing of the empirical claims of recent theories of scientific change. To facilitate this the empirical claims of Kuhn, Feyerabend, Lakatos and Laudan are listed in nontechnical language, both by author and by topic. A bibliography of case studies is included.

Larry Laudan, Arthur Donovan, Rachel Laudan, Peter Barker, Harold Brown, Jarret Leplin, Paul Thagard e Steve Wykstra são pesquisadores do Centro de Estudos da Ciência, Price House, Virginia Tech, Blacksburg, VA 24061, EUA.

Este texto foi publicado originalmente na revista *Synthese* (nº 69, pp. 141-223, 1986). O original em inglês – "Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research" – encontra-se à disposição do leitor no IEA-USP para eventual consulta.

Tradução de Caetano Ernesto Plastino, professor-assistente do Departamento de Filosofia da FFLCH-USP.