

A CONSTRUÇÃO DAS CIÊNCIAS

INTRODUÇÃO À FILOSOFIA E À ÉTICA DAS CIÊNCIAS

Gérard Boutez



UNESP

© 1991 by De Bocck-Wesmael S.A.
Título original em francês: *La construction de sciences*
Introduction à la philosophie et à l'éthique des sciences

© 1995 da tradução brasileira:
Fundação Editora da UNESP (FEU)
Praça da Sé, 108
01001-900 - São Paulo - SP
Tel.: (0xx11) 3242-7171
Fax: (0xx11) 3242-7172
www.editoraunesp.com.br
www.livrariaunesp.com.br
feu@editora.unesp.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Fourez, Gérard, 1937 -

A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética da ciência / Gérard Fourez; tradução de Luiz Paulo Rouanet. - São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. - (Biblioteca básica)

Bibliografia.

ISBN 85-7139-083-5

I. Ciência - Filosofia 2. Ética I. Título. II. Série.

95-0853

CDD-501

Índices para catálogo sistemático:
I. Ciência: Filosofia 501

Editora afiliada:



Asociación de Editoriales Universitarias
de América Latina y el Caribe



Associação Brasileira de
Editoras Universitárias

11 F
17 C
I
C
C
C
e
A
37 C
R
a
U
B
m
pr
ci
pr
ab

CAPÍTULO 3

O MÉTODO CIENTÍFICO: ADOÇÃO E REJEIÇÃO DE MODELOS

Teorias, leis, modelos

De acordo com o modelo mais apresentado nos manuais do secundário¹ e muitas vezes na universidade, supõe-se que, com base em observações, “propõem-se”, ou se “deduzem”, ou se “descobrem” leis científicas. Por exemplo, diz-se que baseando-se na observação de alavancas poder-se-á tirar a lei da alavanca. Iremos considerar essa representação como uma tese inicial, para aplicar o mesmo método dialético utilizado no capítulo anterior.

Pode-se deduzir leis das observações?

Um físico, um pouco filósofo também, Ernst Mach (aquele que deixou o seu nome ligado à barreira do som) examinou detidamente esse problema em seu livro: *La mécanique, exposé historique et critique*

1 Cf., por exemplo, o programa do curso de ciências do ensino católico belga. Essa representação é uma simplificação de Claude Bernard, 1934.

de son développement (1925, p.15-30) [*A mecânica, exposição histórica e crítica de seu desenvolvimento*]. Esta obra, por seus desenvolvimentos históricos e críticos, contribuiu para recolocar em questão a física newtoniana, e desse modo preparar os desenvolvimentos da teoria da relatividade. Ela mostra como, cada vez que se pretende deduzir de uma observação a lei da alavanca, na verdade ela já estava implícita no próprio discurso da observação. Por exemplo, falando de ponto de apoio, de distância em relação ao ponto de apoio, de equilíbrio, de centro de gravidade, já se aceitou implicitamente nesses termos teóricos o equivalente da lei da alavanca.

Não se *deduzirá* portanto a lei da alavanca das observações, pois desde esse momento a lei já tinha sido injetada pelos termos teóricos utilizados. No entanto, tendo em vista a lei da alavanca (ou alguma coisa do gênero), torna-se possível efetuar observações que indicarão de que modo as forças a serem aplicadas à alavanca são proporcionais às distâncias do ponto de apoio. Em outros termos, ela pode ser "verificada", ou seja, ser constatado o seu bom funcionamento, uma vez admitidos um certo número de pressuposições.

De modo mais geral, desde o momento em que se aborda uma situação, tem-se sempre uma certa ideia da maneira pela qual podemos representá-la: adotamos um "modelo". Com base nessas ideias, pode-se ver até que ponto "isto funciona". Se, por exemplo, considero uma lei sobre a queda dos corpos, precisarei, para aplicá-la, e para que ela tenha um sentido, de certos conceitos teóricos, por exemplo, para o de direções privilegiadas que são o alto e o baixo. As leis ou os modelos teóricos se "verificam" utilizando-se os conceitos que lhes são ligados. Em outros termos, verificar uma lei é menos um processo puramente lógico do que a constatação de que a lei nos satisfaz.

A ciência é subdeterminada

Uma maneira relativamente simples de ver que não se pode deduzir uma lei baseando-se em uma série de observações empíricas

é considerar (segundo os filósofos da ciência Duhem, 1906 e Quine, 1969) que, sendo dado um número finito de observações empíricas, existe um número infinito de teorias correspondentes a elas. Para compreender por que, comparemos as observações empíricas aos desenhos de histórias em quadrinhos: é possível construir um número infinito de histórias que serão compatíveis com os desenhos. De maneira similar, sendo colocado um número finito de dados empíricos, pode-se encontrar uma infinidade de leis ou modelos que lhes correspondem. As teorias científicas são subdeterminadas neste sentido de que não são completamente determinadas pelas proposições empíricas das quais, de acordo com uma epistemologia ingênua, seríamos tentados a extrair-las.

Este "teorema" segundo o qual é possível ter um *número infinito de teorias para um número finito de proposições empíricas* é importante porque relativiza as nossas representações científicas. Ele indica que não se pode dizer jamais que os resultados empíricos nos "obrigam" a ver o mundo de tal ou tal maneira. Ele seria compatível, por exemplo, com os dados empíricos dos quais se pretende tirar teorias científicas, defender uma teoria pretendendo que são anjos que fazem funcionar a integralidade do mundo; no nível lógico, essa teoria poderia muito bem funcionar. Sem dúvida, semelhantes teorias não são nada práticas se se quiser realizar um certo número de projetos, mas se considerarmos que a ciência se destina simplesmente a dar conta de um número finito de observações científicas, todas essas teorias serão equivalentes.

A evolução de nossas teorias e modelos científicos?

Pode-se então representar a abordagem científica como se segue. Começamos sempre olhando o mundo já com um certo número de ideias na cabeça: *ideias preconcebidas, representações, modelos, sejam científicos, pré-científicos ou míticos*. Essas representações possuem sempre uma coerência, mesmo que, levadas

ao extremo, possam revelar-se incoerentes. Chamaremos de teorias, leis ou modelos todas essas representações que nos damos do mundo. Longe de provir unicamente das experiências que se acaba de fazer, elas dependem sempre das idéias que se aceitava de início.

Quando essas representações não nos convêm, por uma razão ou por outra, nós as substituímos por outras que nos sirvam melhor para fazer o que quisermos. Se desejo corrigir uma má-formação congênita, será melhor que eu tenha uma representação do mundo fortemente ligada à Biologia do que uma representando o corpo de maneira artística. Mas, para outros projetos, é possível que uma visão artística do mundo seja mais prática. As representações aparecem portanto mais ou menos válidas de acordo com os projetos humanos nos quais queremos situá-las (Mach, 1925, p.81).

Modelos ligados a projetos

De acordo com o ponto de vista acima desenvolvido, a ciência surge como uma prática que substitui continuamente por outras as representações que se tinha do mundo. Aliás, começa-se a fazer ciência quando não se aceita mais a visão espontânea como absolutamente necessária, mas como uma interpretação útil em determinado momento. Os nossos modelos partem sempre de uma visão ligada à vida cotidiana, de uma visão espontânea, evidentemente condicionada pela cultura. Ligam-se a uma maneira de viver, a uma cultura, a interesses, a uma multiplicidade de projetos. Se olho o meu quarto, forneço a mim mesmo um modelo ligado à minha vida cotidiana (ao que se chama às vezes de mundo utilitário). A organização dessa representação não é determinada pelos objetos que estão em meu quarto, mas pela maneira pela qual organizo a minha vida, pela qual a vejo, assim como a meus projetos. Pode-se dizer a respeito de nossos modelos o mesmo que foi dito sobre as observações.

Na medida em que tomo certa distância em relação a essa vida cotidiana, perguntando-me por exemplo como essa cadeia pode se sustentar, começo a construir um espaço conceitual podendo me fornecer um outro modelo do mundo, ligado, por exemplo, à física estática. Neste sentido, os sistemas teóricos aparecem como interpretações que organizam a nossa percepção do mundo. São criações do espírito humano, assim como as visões poéticas, artísticas, estéticas etc. Trata-se de construções humanas em que acaba se encontrando o espírito. É por isso que, em um sentido bem significativo, pode-se qualificá-las de visões "poéticas", lembrando, em grego, o sentido do verbo *poiein*: fazer, criar (Prigogine & Stengers, 1980, p.291).

Na medida em que não são puramente individuais, essas visões podem se modificar em determinada cultura. Podem ser consideradas como espécies de ferramentas intelectuais; mais tarde falaremos de "técnicas" intelectuais (Fourez, 1983). Considerar a minha cadeira, por exemplo, segundo o ponto de vista da física estática, é dar-me uma representação que me permite fazer um certo número de coisas com ela, neste mundo social em que vivemos e onde ela pode servir. Os modelos, por conseguinte, assim como os objetos, não são subjetivos, mas são instituições sociais ligadas a projetos: técnicas.

São os nossos modelos necessários ou contingentes?

O que acabamos de expor leva a outras questões. As visões do mundo que fornecemos a nós mesmos são necessárias ou contingentes? É necessário que eu organize as visões do meu escritório da maneira que faço? São os conceitos da física estática necessariamente dados? De que modo se chega a um acordo para falar dos fenômenos de iluminação do meu escritório em termos de electricidade? Seria possível encontrar outras representações que seriam

equivalentes ou que seriam igualmente "boas"? Existem regras universais? O que determina quais são as "boas" representações? O consenso em torno de uma teoria obedece a regras rígidas ou flexíveis?

Certas representações nos *parecem* como absolutamente necessárias; assim, se digo que, quando eu largo este lápis, ele cai, parece-nos impossível falar de outro modo. Outras representações, pelo contrário, parecem-nos bem mais sujeitas à discussão: se quiser descrever uma sinfonia de Mozart, utilizarei uma representação que não será determinada por regras absolutamente estritas. A questão é saber se as representações que nos parecem necessárias parecem assim devido a *um longo hábito de nos representarmos certas coisas de determinada maneira*, ou porque elas o são de *uma maneira absoluta*. Ou, ainda, a questão é saber se, em última instância, toda representação acha-se ligada a convenções. As análises por nós desenvolvidas caminham no sentido da ausência de critério absoluto para dizer como "se deve" representar as coisas (recordemos que a palavra "absoluto" significa "sem vínculo", não relativo a qualquer outra coisa).

Os modelos e as teorias podem ser comparados a mapas geográficos. Estes não são cópias de um terreno. São uma maneira de poder se localizar. O conteúdo de um mapa é determinado, da mesma forma que os modelos, pelo projeto que se teve ao fazê-los. Desse modo, um mapa rodoviário não dá as mesmas indicações que um mapa geológico, e cada um deles é estruturado segundo um projeto diferente. Não se pode falar portanto de nada absoluto ou "neutro" na produção de um mapa: fazer-se-á aquele que parecer mais prático tendo em vista projetos particulares. E um bom mapa é um que permita que eu me localize, tendo em vista os projetos que tenho.

Para ler bem um mapa, é preciso compreender de que modo os símbolos foram determinados. Igualmente, para compreender um modelo científico, é preciso apreender como os conceitos foram construídos. Além disso, existe uma "objetividade" de um mapa no sentido de que, *quando se sabe utilizar*, ele permite *comunicar*

conhecimentos a respeito do terreno. O mesmo ocorre com os modelos científicos. É a possibilidade de *utilizá-los* no interior de uma *comunidade científica que conhece o seu modo de utilização* que lhes dá a sua "objetividade", isto é, a sua possibilidade de servir como "objeto" nessa comunidade humana.

Verificações, falseamentos

De acordo com a imagem mais popularizada da ciência, quando se produziu um certo número de leis ou teorias, deve-se "verificá-las" por meio da experiência. Este termo "verificar" comporta algumas ambiguidades.

A primeira questão se liga à utilização do termo "verdadeiro". O que significa a afirmação de que uma teoria é "verdadeira"? Pode-se dizer que uma teoria é "verdadeira"? Examinaremos posteriormente essa questão da "verdade" da ciência; aqui, nos contentaremos em examinar o que se entende por "verificar" uma teoria (ou ainda por "testar uma teoria", ou por "debilitá-la" ou "falseá-la").

Quando se pensa *verificar* as leis científicas, a ideia que prevalece é a de que, partindo de uma hipótese ou de um modelo, efetuam-se experiências para ver se essa lei é verdadeira. A primeira dificuldade dessa maneira de ver é que, independentemente do fato de que o termo "verdadeira" seja mal definido, não se está já mais seguro de que uma experiência suplementar não poderia dar um resultado diferente da experiência anterior. Afinal de contas, se faço mil experiências verificando que "todos os corvos são negros", nada impede que um dia eu encontre um corvo branco. A propósito das verificações, pode-se repetir o que se disse a respeito das provas: são releituras do mundo com ajuda da teoria que se "verifica"; e com a qual estamos satisfeitos. Confrontados com as ambiguidades de toda verificação, os filósofos da ciência modificaram as suas representações dos testes das leis (ou das teorias, ou

dos modelos – consideraremos aqui esses termos como equivalentes).

Os modelos – como a Lei de Newton – são sempre considerados como hipotéticos e são utilizados enquanto “nos” satisfizerem. Mas quando, em determinado momento, eles não “nos” prestarem os serviços que se esperava deles, nós os substituiremos por outros, se os encontrarmos. O que representa esse “nos” de que falamos aqui deve ser precisado. Foi desse modo que, no início deste século, os físicos substituíram a física de Newton pela física relativista de Einstein. Sob esta ótica, não se coloca mais a questão de saber se os modelos são “verdadeiros”, mas interessa-se simplesmente por sua *eficácia* em um âmbito determinado (para retomar uma frase de E. Mach, interessa-se pela *economia de pensamento* que eles irão nos permitir. Mach, 1925, p.121). Na medida em que eles “nos” prestam o serviço que se espera deles, os modelos são conservados. E nós os adotamos a partir do momento em que consideramos que eles podem “nos” ser úteis ou simplesmente porque não temos ideias melhores de momento. Se estou habituado a olhar pássaros e disponho de toda uma série de teorias a seu respeito, eu aplicá-las-ei quase automaticamente na primeira vez que vir um morcego. E utilizá-las-ei enquanto estiver satisfeito com os resultados. No entanto, se chego ao ponto em que as minhas ideias relativas aos pássaros (os meus modelos) se aplicam cada vez menos aos morcegos, serei obrigado a criar um novo modelo ou a conservar o antigo.

A decisão de, em determinado momento, conservar ou rejeitar um modelo, não provém diretamente de critérios abstratos e gerais. Na prática, *abandona-se um modelo (ou uma lei, ou uma teoria) por razões complexas que não são jamais inteiramente racionalizáveis*. Há sempre uma decisão mais ou menos “voluntarista” e não necessária.

A esse respeito, pode-se refletir sobre a maneira pela qual alguém observa uma pessoa que abre o capô de seu carro para verificar o óleo. Na medida em que essa pessoa efetua os gestos que correspondem ao que se espera, continuar-se-á a manter essa

hipótese: “o fenômeno é explicado para alguém que verifica o óleo”. No entanto, se surgem gestos insólitos, pode-se começar a pensar em outras hipóteses, ou seja, a se dar um outro modelo. Em que momento estar-se-á suficientemente abalado para abandonar a primeira hipótese e dizer que se visa a uma outra? Isto dependerá tanto dos conhecimentos que se tem de um motor de carro como da maneira pela qual se está atento etc. Esse momento, porém, não pode ser deduzido de uma lógica anterior: ele depende de uma série de “imponderáveis”. No momento em que o observador vê os gestos insólitos da pessoa, duas “estratégias” lhe são possíveis: seja *decidir* abandonar a hipótese da verificação do óleo, seja *decidir* introduzir hipóteses *ad hoc* a fim de “salvar” a sua teoria – por exemplo, supondo que a pessoa verifica o seu óleo, mas também assoa o nariz (voltaremos depois a essas decisões de abandono de um modelo ou de introdução de hipóteses *ad hoc* nas práticas científicas).

De acordo com essa representação, as práticas científicas não buscam tanto verificar as teorias como, para utilizar o termo do filósofo Karl Popper (1973), “falseá-las”. Entende-se por isto que, na prática, os cientistas avançam em suas pesquisas procurando determinar os limites dos modelos utilizados; tentam mostrar como os modelos são “falsos”, a fim de poder então substituí-los.

O critério de “falseabilidade”

A ciência “moderna” se quer “experimental”. Por este termo, entende-se que uma de suas características é só considerar os modelos ou discursos na medida em que eles têm certos efeitos práticos. Em termos mais precisos, só se aceitará como discurso científico o discurso a respeito do qual se possa *eventualmente determinar uma situação em que o modelo poderia não funcionar*. É o que se chama de critério de falseabilidade³, determinado por Popper. Indo a contracorrente de seus amigos do Círculo de Viena, Popper

considera que "é impossível encontrar um critério (ou um conjunto de critérios) que permita provar a verdade de uma proposição ou teoria; porém, se não se pode provar que uma proposição é verdadeira, pode-se provar que ela é falsa, sob condição de que se possa testá-la, colocá-la à prova. Se ela satisfizer a essa condição, é uma teoria científica. Pelo contrário, uma teoria que é capaz de tudo interpretar, sem contradição, e que volta a cair sempre sobre os seus pés, não deve ser tomada por uma teoria científica" (Lamotte, 1985).

Se, por exemplo, digo que a aceleração de um objeto que cai é constante, trata-se de uma proposição que poderia se revelar falsa por ocasião de uma experiência para a qual se utilizassem critérios precisos; é portanto "falseável"; é então uma proposição que pode ser aceita segundo o critério acima. Além disso, a proposição segundo a qual eu durmo porque uma "força dormitiva" me faz dormir será rejeitada, pois não se vê como conceber uma experiência que poderia dar um resultado em consequência do qual se decidisse abandonar a teoria (com efeito, seja qual for a causa de meu sono, pode-se dizer que se trata de uma força dormitiva).

Os cientistas rejeitam portanto os discursos que funcionariam para tudo (como o que pretenderia que todos os fenômenos físicos se desvessem à ação de anjos visíveis e inobserváveis!). Em outros termos, só se aceitam os discursos que podem "fazer" uma diferença na prática; mais precisamente, só se aceitam os discursos "falseáveis" (um discurso "falseável" não é, é claro, um discurso necessariamente "falso", mas um discurso do qual se pode dizer: "não é automaticamente verdadeiro; isto poderia se revelar falso; isto pode ser testado e o resultado poderia não ser positivo").

Exemplos de proposições não falseáveis

A proposição "ajo assim porque é do meu interesse agir assim" pode ser compreendida como uma proposição não falseável, na

medida em que posso inventar para mim múltiplos interesses que farão com que esses interesses sejam sempre a causa da minha ação. Por exemplo, se não existem interesses financeiros, poderei dizer que há um interesse político, ou afetivo etc., de modo que se agirá sempre por interesse. É possível analisar qualquer comportamento chamando de "interesse" o que o causa. Assim, pode-se chegar a uma situação em que, o que quer que aconteça, a proposição não estará nunca errada. Não se está lidando então com uma proposição experimental, mas com uma proposição "padrão" (*cadre*) que se impõe à realidade.

Essas proposições padrões jamais se sujeitam a um teste experimental estrito. No entanto, podem ser extremamente práticas na medida em que fornecem uma maneira de abordar esses fenômenos.

Em ciência, certos conceitos podem ser muito úteis, mesmo sendo não falseáveis (Binge, 1983). Por exemplo, a lei da conservação da energia funciona em geral junto aos físicos de uma maneira não falseável, na medida em que, por princípio metodológico, os físicos buscarão sempre uma "forma" alternativa à energia, caso uma forma comece a desaparecer. Assim, se a energia calórica desaparece, buscar-se-á sob que forma ela poderia ter aparecido, por exemplo, sob forma de energia elétrica. E se em determinado momento não se visualiza bem sob que forma ela reaparece, colocar-se-á a hipótese de uma nova forma de energia.

Em biologia, o conceito de evolução funciona do mesmo modo: pressupõe-se sempre que uma espécie viva provém de uma outra. E se uma espécie viva não parece ter nenhum ancestral, ele será pressuposto. O simples fato de que não se encontram ancestrais de uma espécie não acarretará uma dúvida em relação ao modelo da evolução, mas antes a hipótese de que deve existir ou ter existido, em alguma parte, uma espécie viva que cumpriu esse papel.

Esses exemplos mostram que o conceito de falseabilidade, de Popper não é tão claro quanto parece à primeira vista. À primeira vista, de fato, esse critério de falseabilidade parece dizer que, em ciência, só se aceitará proposições que permitam determinar uma

experiência em consequência da qual se dirá seja que a hipótese é reforçada, seja que ela é rejeitada. Este seria o critério de falseabilidade em seu sentido estrito. Mas a prática científica é mais complexa: não somente pode-se utilizar "leis" não falseáveis, como iremos ver que é preciso uma decisão voluntarista para concluir que uma experiência contradiz uma lei.

As experiências que decidimos "cruciais"

Uma experiência — por si — não falseia um modelo, pois não fornece o resultado esperado, pode-se sempre atribuir esse fracasso a perturbações de várias ordens ou a outras hipóteses *ad hoc*. Assim, se um doente recebe um diagnóstico de "gripado", não é porque certos sintomas não se encaixam tão facilmente no "modelo" "gripe" que um médico abandonará de imediato essa hipótese. Ou, se a aceleração de um objeto, contrariamente ao modelo, não é constante, posso atribuir esse fenômeno, por exemplo, à fricção do ar. O fracasso do modelo diante da experiência não implica automaticamente a sua rejeição.

Decidir que uma experiência é crucial (cf. Toulmin, 1957) é portanto introduzir um elemento voluntarista. Entende-se por isto que se está decidido, caso a experiência não dê os resultados esperados, a abandonar o modelo que se examinava.

Essa decisão de considerar uma experiência como crucial é essencial ao processo científico, *mas não se deve de modo algum a raros ciências científicas* no sentido usual ou restrito do termo. De fato, no momento em que um modelo funciona mal, pode-se sempre "salvá-lo", sob condição de introduzir um certo número de hipóteses adequadas. Essas hipóteses poderão ser *ad hoc* ou "sistemáticas". As hipóteses *ad hoc* são hipóteses que se fazem no âmbito da teoria para explicar por que uma experiência não resultou no que se esperava (se, por exemplo, um planeta não segue a trajetória esperada de acordo com as leis da relatividade, pode-se colocar

como hipóteses *ad hoc* que um outro astro provocou o desvio da trajetória; lembremos também a hipótese de que a pessoa que verifica o óleo de seu carro pode estar se assoando!).

Próximas às hipóteses *ad hoc*, recordemos as hipóteses e teorias de interpretação que mencionamos no capítulo sobre a observação. Uma experiência só fornece resultados mediante interpretação teórica. Assim, a experiência utilizando um aparelho, como um microscópio ou um contador de partículas, só pode funcionar devido à existência de uma teoria relativa à interpretação dos resultados. O mesmo ocorre quando utilizo os meus sentidos: por exemplo, se experimento uma pimenta vermelha e decreto que se trata de açúcar, trata-se de uma interpretação teórica discutível. O mesmo se aplica a uma teoria que me permite dizer que medi um nêutron. Se a experiência funciona de maneira inesperada, é sempre possível, a fim de salvar as teorias testadas, acusar as hipóteses relativas à interpretação dos resultados experimentais.

Uma hipótese sistemática se liga a um dos grandes princípios de que eu falava acima: por exemplo, o princípio de conservação da energia é uma hipótese sistemática. Se, em determinada situação, uma energia parece realmente ter "desaparecido", colocarei a hipótese de que ela deve ter aparecido sob outra "forma". O mesmo se dá a respeito da hipótese sistemática da evolução. Em economia, a lei da oferta e da procura tem a mesma característica. É um conceito não verificável no qual se faz entrar de maneira sistemática toda uma série de observações econômicas: se alguma coisa não se encaixa na lei da oferta e da procura, buscar-se-á inventar outras formas de ofertas e de procura; por exemplo, dir-se-á que existe também uma procura de "estatuto social" etc.

Além disso, pode ser o caso que, em determinadas situações, um pesquisador ou um grupo de pesquisadores decidem fazer uma experiência "crucial". É uma experiência estruturada em uma teoria determinada, e de tal modo que se considera que, se certos resultados não surgirem, a teoria deve ser abandonada (notemos que se poderia dizer "a teoria deve ser considerada falsa", mas o que quer dizer "falso"?). Sem recorrer a exemplos científicos

elaborados, basta ver a experiência "crucial" que fazemos com frequência para saber se determinado produto é sal ou açúcar: coloca-se um pouco sobre o dedo, e se o gosto não é o do sal ou do açúcar, abandona-se a hipótese correspondente. Isto só é possível porque se trabalhou dentro de um âmbito teórico preciso, que supõe que, se o produto que tem essa forma branca não tem um gosto do qual tenho a memória, direi que não é sal (ou açúcar). Mas, para que esse tipo de raciocínio funcione, é preciso ter "decidido" isso de antemão. É preciso, por exemplo, ter "decidido" que é impossível que um produto que não me dê um sabor do qual eu me recordo possa ser sal (assinalemos aqui a diferença entre as experiências "positivas" e "negativas", isto é, aquelas que farão com que se "aceite" ou "rejeite" um modelo. Existe com efeito uma diferença entre a experiência que me conduzirá à hipótese segundo a qual esse produto branco é açúcar e aquela que me fará rejeitar a hipótese segundo a qual esse produto branco é sal).

É somente se se decidiu aceitar um quadro teórico preciso que uma experiência pode dar uma resposta em um sentido ou em outro. O quadro teórico determinará também os elementos que reterão como "pertinentes" ou "não pertinentes". Por exemplo, é uma leitura teórica que fará com que o médico que está testando o diagnóstico "gripe" considere como não pertinente a observação de um sangramento proveniente de um corte feito por uma faca. É também um esquema teórico que fará com que ele considere como não pertinente para esse diagnóstico a úlcera estomacal da qual o paciente sofria há muito. Porém, um dia pode ser que um novo esquema teórico — um novo diagnóstico — venha a reunir os sintomas "gripais" e os da "úlcera no estômago"...

Modificações das linhas de pesquisas

Quando se abandona uma hipótese, não se abandona jamais uma proposição isolada, mas toda uma linha de pesquisas ou de

interpretações do mundo; é um pouco como o abandono de um diagnóstico. Assim, quando observo um animal voando no céu, levanto primeiro a hipótese de que se trata de um pássaro. Depois, se o vejo voar de maneira irregular, a minha primeira tendência será continuar dizendo que é um pássaro que tem esse tipo de voo. Porém, pode ser que, em determinado momento, eu abandone inteiramente essa "pista", mudando o meu quadro interpretativo e coloque a hipótese de que se trata de um morcego. Ou, se não conheço morcegos, poderei levantar a hipótese de um pássaro de tipo diferente, a ponto talvez de não querer chamá-lo mais de pássaro.

Em ciência, agimos mais ou menos do mesmo modo. Existem linhas de pesquisas, pistas, programas que parecem promissores. Depois, pode ocorrer que, em um dado momento, por uma razão ou por outra, ou mais frequentemente por razões múltiplas, abandone-se essa linha. Foi desse modo que, no século XIX, abandonou-se a linha segundo a qual o calor era representado como um fluido. As razões para se abandonar semelhante descrição são complexas ao extremo. Têria sido possível construir modelos interpretativos bem eficazes, tão eficazes talvez quanto os modelos atuais, conservando a hipótese do fluido (aliás, a teoria dos fônons (*phonons*) corresponde a essa estratégia). Mas há momentos em que, só Deus sabe por que, um certo modelo interpretativo não parece inteiramente satisfatório; então, se um outro estiver disponível, ele é adotado (neste parágrafo, utilizei a palavra "eficaz"; isto levanta a seguinte questão: em relação a que?). Alguns autores (Stengers, 1987) analisaram os estranhos destinos de conceitos científicos "hômades" que passam de uma ciência a outra, com maior ou menor "sucesso".

Nesta perspectiva, seria preciso considerar como um pouco ingênua a ideia segundo a qual os cientistas se propõem uma lei ou modelo, pois realizam experiências que os levam a aceitar ou rejeitar o modelo. Em termos práticos, parece que os cientistas escolhem uma determinada direção para abordar uma questão.

Eles perseguirão essa direção por tanto tempo quanto ela lhes parecer promissora (uma questão a se colocar "promissora de quê?"). Somente quando ela lhes parecer pouco "interessante" é que a rejeitarão. Mas esse "pouco interessante não pode ser reduzido a uma pura racionalidade científica" no sentido restrito ou ideologizado do termo. É sempre por meio de um juízo prático que se abandona uma linha de pesquisa. Não se pode nunca, por mera dedução, chegar a dizer que é preciso abandonar tal ou tal modelo, ou tal ou tal conceito (Stengers, 1987).

Essas práticas científicas podem ser esclarecidas também pela comparação com as técnicas materiais (pensemos, por exemplo, nas técnicas dos meios de transporte). Estas surgem como uma maneira de abordar um certo número de problemas, um certo número de projetos humanos. E enquanto elas forem satisfatórias, continuar-se-á a utilizá-las. Existem verdadeiras linhas de pesquisa para cada uma das técnicas. Por exemplo, no domínio em questão, existe a linha de meios de transportes marítimos, aéreos, terrestres etc. Existem também as linhas de técnicas para o motor a explosão, ou para o motor elétrico etc. Os motivos que levam a adotar ou a rejeitar uma determinada técnica são complexos e não obedecem a uma lógica que determinaria *a priori* em que elas são ou não eficazes. Por exemplo, não é tão fácil ver por que o programa de pesquisas sobre o motor elétrico, para os carros, foi abandonado no final do século passado. Fatores econômicos, interpersonais, políticos, afetivos, culturais etc. cruzam-se com aqueles que denominamos puramente técnicos (por que, aliás, os chamamos de "puramente técnicos"?). Os motivos da rejeição de uma pista não são jamais unicamente "racionais"; ou, se os chamamos assim, é de uma maneira não falseável (é com efeito sempre possível encontrar uma boa "razão" para dizer por que a abandonamos, seja essa razão de ordem econômica, afetiva, cultural etc.). Mas a única coisa que parece clara é que não existem razões "científicas", no sentido usual da palavra, que podem determinar de maneira clara se há ou não motivo para se firmar em uma direção qualquer.

A lógica da descoberta tecnológica surge então como uma lógica da substituição, ligada a razões que é mais correto denominar de *a posteriori* do que o contrário.

O razoável não é puramente racional

O fato de que não é por meio de deduções lógicas que se decide aceitar ou recusar uma teoria leva a devolver ao sentimento, no sentido forte da palavra, um lugar que lhe havia sido retirado na prática científica. O que faz com que mudemos de ponto de vista é que, em determinado momento, consideramos — de maneira razoável, mas não por pura razão — que uma tal interpretação apresenta inconvenientes *demaix*, ou que uma outra é *atraente demais*. A cada vez, a palavra "demais" indica um sentimento. E se pretendo que é devido a uma experiência crucial que, finalmente, mudamos de opinião, essa experiência só é crucial porque se *decidiu* assim. Novamente aí aparece no processo científico o aspecto "voluntarista" notado por Popper. No entanto, não se trata de um voluntarismo arbitrário, mas de uma decisão "razoável", consequência de uma busca de adaptação à existência (Toulmin, 1972). Não são mais escolhas individuais: na base dessas decisões encontram-se todas as interações sociais que fazem com que certas posições sejam "insuportáveis", enquanto outras parecem se impor. A busca de "racionalidade" científica pode ser analisada também como um fenômeno de sociedade, uma luta ou uma competição (Latour, 1984, Stengers, 1987).

Enfim, as nossas análises críticas mostram que o procedimento científico se parece mais com as outras decisões da existência do que com a imagem etérea, puramente ligada ao mundo das idéias, que se tem normalmente. Existem múltiplos fatores que podem levar um grupo de cientistas, ou um determinado cientista, a abandonar certas teorias: esses fatores são globais e possuem componentes econômicos, técnicos, afetivos, políticos em sentido

amplo (e muitas vezes – pensemos em Lyssenko – em sentido restrito; cf. Kotek, 1986).

A diversidade das metodologias científicas

Uma vez constatada a relatividade dos métodos pelos quais os cientistas negociam as suas provas, deve-se insistir sobre a coerência que elas podem apresentar. Diante de questões, os cientistas utilizam métodos e maneiras diversas de apreendê-las.

Assim, pode-se ver certos laboratórios dar mais importância ao que se chama de *método analítico*. Por alto, este método consiste em se dar um modelo que mostre o “real” como *construído considerando-se seus elementos de base* (Descartes, *Discurso do método*, 1637). Para encontrar um modelo adequado, os pesquisadores tentam determinar todos os componentes de um sistema para reconstruí-lo. Costuma-se opor esse método ao “método sistêmico”, que se interessa menos pela reconstrução de um sistema com base em seus componentes, mas privilegia a compreensão do sistema como um “todo”. Segundo esse método, considera-se como primordiais as interações entre os componentes, a ponto de considerar o sistema como uma caixa-preta sobre a qual se vai avaliar o efeito dos diferentes *inputs* sobre os *outputs* (para análises precisas dos procedimentos analítico e sistêmico, ver Thill e Feltz, 1986).

Em matemática, podem-se ver diversas maneiras de trabalhar para se chegar aos resultados. Alguns insistirão sobre uma heurística partindo dos casos particulares, outros, sobre a generalidade das hipóteses etc.

Deve-se evitar portanto acreditar que a prática concreta dos cientistas segue exatamente o que eles dizem que ela faz. Nos últimos anos, vários estudos epistemológicos (Thill, 1983; B. Latour, 1984; Woolgar, 1977; Feltz, 1986) interessaram-se em examinar de perto de que modo, concretamente, funcionam os

laboratórios, a fim de poder descrever, por meio de uma análise epistemossocioantropológica a maneira pela qual as pesquisas decorrem, tanto no que diz respeito aos seus métodos heurísticos quanto em seu funcionamento institucional e pelas maneiras como elas se legitimam externamente.

Existe a “melhor” tecnologia?

Pode-se considerar a ciência como uma tecnologia intelectual destinada a fornecer interpretações do mundo que correspondam a nossos projetos. Como dizia Ernst Mach, alguns vão mais longe em determinada direção e menos longe em uma outra (Mach, 1925, p.81). O mesmo vale para as técnicas materiais: por exemplo, para os transportes, alguns serão mais rápidos, mas menos confortáveis; outros, mais poéticos, ou mais econômicos, ou mais sociais, e assim por diante.

Uma importante diferença cultural que poderia existir entre as técnicas materiais e as técnicas intelectuais é que, quando se trata de técnicas materiais, não se pretende jamais possuir enfim a melhor, a mais avançada. Mais do que isso, não parece que se raciocine como se houvesse uma tecnologia melhor. Pelo contrário, de maneira geral, considera-se que, para cada uma das técnicas, importa perceber a relatividade dos critérios que se quer aplicar para avaliá-la. Por exemplo, poucas pessoas imaginam que haja um sentido em pretender buscar “o melhor” meio de transporte. Pede-se que se especifiquem os critérios que se quer utilizar para avaliar um determinado meio de transporte. Já no caso das técnicas intelectuais, o conceito (a ideologia) de “verdade científica” parece funcionar como se houvesse, em um mundo das ideias, talvez, mas em todo caso de maneira absoluta, “o melhor” modelo para representar o mundo. Esse modelo seria “a verdade”.

Quando se trata de técnicas materiais, somos tentados, em nossa cultura, a nos referirmos sempre a nossos projetos sociais e a

nostros desejos individuais para avaliá-los; para as técnicas intelectuais, um efeito ideológico parece nos impedir de fazê-lo (e é esse efeito que se encontra na base das ideologias tecnocráticas). A respeito das técnicas intelectuais de representação do mundo, a nossa cultura parece pressupor a existência "do melhor modelo", que será considerado como a verdade. E enquanto não se chegar a essa verdade última, dir-se-á que só se possui um modelo aproximativo.

Do mesmo modo, quando se trata de falar da resolução de problemas tecnológicos, adotamos uma atitude diferente da que adotamos quando se trata de problemas "científicos". Por exemplo, se for o caso de resolver o problema da armazenagem dos materiais radioativos, ninguém pensará tê-lo resolvido de modo absoluto. Dir-se-á, pelo contrário, se for alguém um pouco honesto pelo menos, que se encontrou uma solução que corresponde a um certo número de critérios que se sabe relativos (critérios de segurança, de rentabilidade econômica etc.). Aliás, estranhamente, os cientistas parecem às vezes querer resolver certos problemas de modo absoluto. Alguns dirão, por exemplo, que o problema da atração dos corpos ou o da hereditariedade estão resolvidos. Escolho de propósito esses dois exemplos que conduzem o pensamento em direções diferentes: o problema da atração dos corpos foi resolvido por Newton, e depois os "progressos" científicos indicaram que era preciso delimitar e colocar critérios mais precisos para se poder falar em resolução nesse caso; pelo contrário, quando se trata de problemas de "hereditariedade", existem biólogos que entendem que se pode hoje considerar esses problemas como resolvidos de modo absoluto. Stengers (1987) e outros analisaram como certos conceitos podem ser "endurecidos" a ponto de servir de referência a problemas práticos e poder assim considerá-los como absolutamente resolvidos!

Cada vez que, em ciência, se fala de um problema "resolvido", seria preciso sem dúvida compreender essa "resolução" no mesmo sentido do que quando falamos das técnicas materiais. Pode-se dizer, por exemplo, que se "resolveu" o problema da construção

de uma ponte de mais de um quilômetro de comprimento. Esse problema não tinha solução há alguns séculos. A questão que se coloca é por quais razões culturais ninguém imagina que tenha encontrado a última palavra em tecnologia, ou mesmo que haja uma tecnologia mais avançada para construir uma ponte desse tipo, ao passo que muitos cientistas consideram que existe um modelo intelectual mais perfeito para "resolver o problema da hereditariedade" (seria interessante, aliás, perguntar-se por que, dois séculos atrás, os "cientistas" da época tinham uma impressão menos nítida de estar produzindo verdades últimas do que agora).

A comparação com as técnicas materiais poderá fazer intervir também o conceito de "*conhecimentos apropriados*". Sabe-se que se chama de "tecnologia apropriada" uma tecnologia que se adapta particularmente bem a certos problemas, em um ambiente físico e social determinado. Assim, um motor simples e reparável pode ser mais apropriado do que um motor mais potente mas que, em determinado país, não poderia ser consertado por falta de peças; ou do que um tipo de motor que dependeria de um país estrangeiro. Do mesmo modo, podem existir modelos teóricos mais apropriados do que outros para um determinado projeto. Por exemplo, um método de resolução de equação poderá ser mais ou menos apropriado se se trata de compreender o funcionamento de um martelo para fazer um buraco, ou outra coisa qualquer. Repetamos: "A verdadeira relação que existe entre diferentes teorias é de ordem histórica. Uma conduz mais longe em uma ordem de ideias, mas uma outra conduzirá mais adiante no que diz respeito a outras questões" (Mach, 1925, p.81).

É no mesmo sentido que uma noção como "a frente de batalha (*front*) dos conhecimentos" pode adquirir uma precisão maior. Muitas vezes, a pesquisa científica considera que uma pesquisa é original quando ela propicia avanços em um problema tal como definido pela comunidade científica. No entanto, existem conhecimentos que podem ser igualmente úteis, mas que serão menos apreciados. Ninguém, por exemplo, receberá um prêmio Nobel de medicina por ter feito com que doentes de um país em desenvol-

vimento aceitasse tomar uma medicação simples (como a reidratação oral para a diarreia dos bebês). Esses títulos honoríficos são reservados a outros estudos, ligados à bacteriologia, à imunologia etc. Contudo, qualquer um que consiga encontrar um método daquele tipo produzirá um conhecimento novo, e é possível que esse conhecimento seja bem mais "útil" aos pacientes do que aqueles que forem premiados.

Poder-se-ia perguntar, então, se é adequado deixar unicamente aos especialistas determinar quais são os conhecimentos originais e os problemas que estão no *front* dos conhecimentos. Foi por este motivo que Prigogine & Stengers propuseram a realização de um "cruzamento" dos diversos tipos de conhecimento: os dos marinheiros, dos camponeses, dos poetas, dos cientistas etc. (Prigogine & Stengers, 1980; cf. também Fourez, 1979a).

Uma racionalidade não absoluta

As considerações acima nos levam a conceber que, na prática científica, o ponto central não é o da aceitabilidade das proposições científicas de uma maneira absoluta. De fato, quando nos perguntamos se uma proposição científica é aceitável, nós nos referimos sempre a uma série de critérios práticos. Desse modo, uma teoria que permitirá que se compreenda melhor como funciona um laser, ou a trajetória de um planeta, será considerada como aceitável. Nesse sentido, compreender uma proposição científica não é alcançar uma espécie de verdade eterna, mas é saber servir-se de um modelo de maneira concreta, em ligação com um certo número de projetos. É assim que Toulmin se situa em relação a Popper: "as questões de Popper se situam em uma problemática de *aceitabilidade de proposições*, mais do que em uma *aplicabilidade de conceitos*" (Toulmin, 1972, p.480).

Compreender, por exemplo, o que é a evolução é saber fazer funcionar esse conceito no âmbito da biologia. Do mesmo modo,

compreender o que é uma célula é ser capaz de utilizar esse conceito para se representar um certo número de fenômenos biológicos (notemos que a possibilidade de utilizar o conceito de maneira prática é necessária tanto para que ele possa trazer uma contraindicação como para que ele seja falseável; e, pelo contrário, uma proposição como "uma força dormitiva me faz dormir" é inútil; zével praticamente; precisaria ainda se refletir sobre o sentido da palavra "praticamente").

Isto nos leva a reconhecer que o trabalho científico não é de uma "pureza" racional tal como se pretende muitas vezes. Para considerar um resultado científico como aceito e aceitável, os cientistas põem em jogo toda uma série de critérios que se pode mais facilmente determinar *a posteriori* do que *a priori*. Se um resultado vem do laboratório de um Prêmio Nobel, por exemplo, há mais chances de que ele seja aceito do que se vier de um laboratório menos conhecido. Já há algumas décadas, a sociologia da ciência tem examinado, no detalhe, como se realizavam as negociações concretas que conduzem a comunidade científica a aceitar esta ou aquela teoria. Nessas negociações entram elementos de várias ordens, desde relações de força até considerações de ordem financeira, passando por ambições de carreira, pressupostos filosóficos, políticos etc. (cf. Stengers, 1987). Assim, quando se examina a controvérsia entre Pasteur e Pougé a respeito da "geração espontânea", está-se longe de um debate que se situaria pura e simplesmente no plano da "racionalidade unicamente científica" (Latour, 1984).

Além disso, essa "racionalidade científica" é um conceito relativamente abstrato que, em geral, apenas reproduz a história da ciência vista pelos vencedores. Quando uma teoria científica é finalmente aceita, tem-se a tendência a dizer que ela é e que ela sempre foi racional. No entanto, no concreto da história, entra em jogo toda uma série de elementos que, pelo menos em nossa época, nunca foram considerados científicos. Na argumentação de Newton, por exemplo, havia tanto raciocínios filosóficos, teológicos quanto raciocínios "científicos" (embora a distinção entre esses

vários tipos de raciocínios seja feita posteriormente por nós, ao passo que Newton pensava de maneira global, misturando o que nós chamamos de física e teologia). Aliás, um tipo de raciocínio que consideramos "racional" em determinada época pode, mais tarde, ser considerado como não sendo (Bloor, 1976).

O conjunto dessas considerações indica que, muitas vezes, o discurso da racionalidade científica arrisca-se a fazer esquecer que, como notava Wittgenstein, não saímos jamais da linguagem cotidiana, e que "não dominamos com o olhar o uso de nossas palavras" (Wittgenstein, 1976, § 122, p.49c [cf. trad. brasileira]). A racionalidade científica tem a ver, em suma, não com uma lógica absoluta, mas com a arte do cotidiano: "somos submetidos, embora não identificados, à linguagem comum. Como na nau dos insensatos, embarcamos sem possibilidade de sobrevoar ou totalização. É a 'prosa do mundo' de que falava Merleau-Ponty. Ela engloba todo discurso, mesmo se as experiências humanas não se reduzem ao que ela pode exprimir. As cientificidades permitem-se esquecê-la para se constituir..." (Certeau, 1980, p.48).

A lógica das descobertas científicas

O percurso por nós descrito permite constatar a diferença entre uma visão positivista da ciência e a lógica das descobertas científicas tal como proposta por Popper. Para os positivistas, a ciência decorre praticamente em linha direta baseando-se em observações. Ela busca a verdade científica. O importante em ciência é ver se as leis e teorias são aceitáveis (Popper, 1973; Toulmin, 1972).

Na lógica popperiana, o que ocorre é bem diferente. As representações científicas decorrem de nossas representações míticas anteriores. A teoria e a linguagem estão sempre presentes antes de nossas observações. O trabalho científico será um trabalho de imaginação, de invenção, por meio do qual a comunidade científica substituirá certas representações por outras, consideradas mais

adequadas de acordo com os nossos projetos. O que faz que os seres humanos pensem é o sentimento de que eles não estão ainda perfeitamente à vontade no mundo, é a *carência* (*manque*). As teorias se sucedem em uma história humana; elas são feitas pelos humanos e para os humanos (a respeito de Popper, cf. Malherbe, 1976).

A mesma lógica pode, aliás, ser utilizada tanto pelas ciências naturais quanto pelas ciências humanas. Em ambos os casos, trata-se de produzir uma visão do mundo que nos permita dizer o que queremos dizer e agir da maneira que queremos. Porém, onde o positivista dizia: "O mundo é assim", as tradições popperianas tenderão a dizer simplesmente: "Nesta situação, parece-nos mais interessante representar o mundo desta maneira". Não se cai no relativismo, mas torna-se possível perceber que, em nossa história humana, há lugar para uma variedade de verdades, em vez de uma só, tão facilmente totalitária na medida em que se quer impô-la a todos e em qualquer circunstância.

No capítulo dedicado à observação, pôde-se ver que este não era o processo passivo descrito pela ideologia dominante; revalorizou-se o sujeito e seus projetos. Quando se trata das maneiras de escolher ou de testar as leis, a ideologia dominante se refere a uma racionalidade universal e clara. As análises propostas indicam que, finalmente, é preciso, também nesse campo, reportar-se a decisões humanas, ligadas a histórias humanas. Os raciocínios científicos aparecem como ligados de maneira inexorável a histórias humanas. São desmistificados na medida em que surgem para muitos como originados de uma lógica sobre-humana, provenientes do mundo "puro" dos raciocínios e das ideias.

Enfim, deve-se salientar ainda uma vez que o fato de acreditar que a ciência seja uma tecnologia intelectual feita pelos humanos, para os humanos e tendo em vista os seus projetos não diminui em nada o seu valor. Afirma-se aqui apenas que não se acredita que a ciência venha "do céu", como pretendem diversas "sociologias dos deuses" (sejam estes a razão, ou a verdade, ou a natureza etc.; Touraine, 1980). Não é, aliás, porque não se acredita que a

tecnologia do automóvel. provenha diretamente dos deuses que se deixa de considerá-la como prática; o mesmo vale para a ciência. A descoberta de seu caráter humano conduz, contudo, a um questionamento de seu papel, sua história e o seu valor na história humana; escamoteiam-se essas questões, evidentemente, se se acredita que a ciência provém dos "deuses". Falar da ciência como das técnicas é portanto insistir sobre o fato de que ela só faz sentido no contexto humano.

Resumo

Teorias, leis, modelos:

As leis não são deduzidas das observações; elas se verificam se nos satisfazem.

Há uma infinidade de teorias possíveis para um número finito de observações (subdeterminação da ciência).

Os modelos estão ligados ao imaginário cultural, a projetos; são contínuos.

Verificação, falseamento:

Não é a verdade, mas a eficácia de um modelo que importa.

Um modelo é utilizado enquanto não for falseado por um outro mais eficaz. Critério de falseabilidade: somente as proposições falseáveis (não automaticamente verdadeiras) seriam "científicas".

É por meio de uma decisão voluntarista que se abandona um modelo (experiência "crucial"). Um modelo pode sempre ser "salvo" por hipóteses *ad hoc* ou "sistemáticas". A experiência é determinada também por um contexto teórico que, entre outros, determina o que será visto como "pertinente". As decisões científicas não se referem a proposições isoladas, mas sobre linhas de pesquisa.

A diversidade dos métodos científicos; as abordagens analítica e sistêmica; os estudos epistemossocioantropológicos.

Existe a "melhor" tecnologia? Por que a nossa cultura parece negá-la para as tecnologias materiais, mas não para as tecnologias intelectuais?

Aceitabilidade das proposições ou aplicabilidade dos conceitos; conhecimentos apropriados.

Os critérios últimos de adoção de um modelo não são jamais "puramente" racionais.

Conclusões:

Implicações do fato de que a observação e as teorias científicas são construídas por "sujeitos" social e politicamente situados, perseguindo seus "projetos".

Palavras-chave

Dedução/ subdeterminação da ciência/ origem dos modelos/ criação poética dos modelos/ absoluto/ contingência das teorias/ verificar/ testar/ falsear/ falseamento/ proposições não falseáveis na ciência/ decisões voluntaristas na rejeição de uma lei/ cientificidade/ experiências cruciais/ hipóteses *ad hoc*/ hipóteses sistemáticas/ linhas de pesquisa/ procedimento analítico/ procedimento sistêmico/ racionalidade da rejeição de um modelo/ verdade como eficácia/ problema resolvido/ conhecimento apropriado/ decisões no trabalho científico/ critérios/ ciência e projetos/ sociologia dos deuses.