

O EMPIRISMO LÓGICO E A TEORIA DOS PARADIGMAS: ALGUMAS ANOTAÇÕES

Rui Ribeiro de CAMPOS
ICH - PUCAMP

"é impossível afirmar seriamente - ao menos nos domínios das ciências sociais - que a 'sobrevivência' de uma teoria é a prova de sua justeza e ainda menos que sua 'eliminação' (por quem?) constitui a demonstração de seu erro." (M. Löwy 1987, 55)

RESUMO

O artigo procura caracterizar o neopositivismo, o empirismo de Popper e a posição de Thomas Kuhn. Quanto ao empirismo lógico, tenta explicar o "princípio de verificabilidade" e a influência da lógica matemática, que o levou a eliminar as considerações de ordem psicológica - na tentativa de ser objetivo -, a aplicar a lógica à própria lógica e ao emprego do formalismo, do qual deriva o uso de modelos. Do empirismo de Popper procura analisar seu ideal de refutabilidade, a substituição da indução por uma "concepção hipotético dedutiva" e seu questionamento da concepção de objetividade do positivismo clássico.

Após relacionar a Física de Newton, Einstein e Heisenberg com a objetividade científica, coloca-se a posição de Thomas Kuhn, que realça o papel das revoluções científicas no estabelecimento de novos paradigmas; no entanto, apesar de valorizar o contexto, ele não coloca a importância da ideologia na ação científica e sua análise permanece mais restrita às ciências naturais. A

tinalidade do texto é mostrar que não há objetividade absoluta, que as posições dos empiristas-lógicos, de Popper e de Kuhn não solucionam o problema das ciências sociais, pois estas necessitam de um estatuto epistemológico diferente daquele das ciências naturais.

ABSTRACT

In this article the author gives an account of Neopositivism, of Popper's empiricism and of the views of Thomas Kuhn. So far as logical empiricism is concerned, the author puts forward the principle of verifiability and the influence of mathematical logic. It is argued that the search for objectivity had some consequences: psychological considerations had to be eliminated, the logic was applied to itself, a formal language had to be built and formalism made the construction of models unavoidable. The author stresses what he means to be the main features of Popper's metascience putting forward his attempt to challenge the positivistic view of objectivity. After giving an account of the views of Newton, Einstein and Heisenberg concerning the problem of scientific objectivity, he deals with Thomas Kuhn, who points out the role of scientific revolutions and the emergence of new paradigms. It is claimed that in spite of Kuhn's emphasis on so called external elements in scientific work he fails to estimate the importance of ideology and his analysis remains restricted to natural science. The article is put to the conclusion that there is nothing as an absolute objectivity and that the reported philosophies do not provide a solution to the problem of social sciences, so far as these sciences have their own epistemological status.

A década de 70, caracterizada, entre outros fatores, pelo autoritarismo, pela acefalia cultural, por tentar impregnar na sociedade que a escola pode resolver o subdesenvolvimento do país - ou seja, utilizada para solucionar problemas que não tiveram origem no setor educacional - , por omitir e negar a importância do conflito, vai se caracterizar por uma estrutura escolar que parecia organizada para imitar o sistema político: distribuir de modo desigual o conhecimento.

À desigual distribuição do capital econômico se associa uma desigual distribuição do capital cultural.

Neste período, aumentou o poderio da televisão, inclusive da publicidade nela contida, implícita ou explicitamente. Ampliava-se a desigual distribuição de renda e a publicidade - voltada para os mais ricos - criava enormes frustrações, notadamente entre os jovens das camadas mais pobres; ou seja: incitava-se a um consumo que era impossível para as camadas de baixa renda. Por isso, ainda que não seja a única razão, assistiu-se a um aumento da violência cotidiana. Na escola, procura-se abolir o pensar, a reflexão crítica - pois isto pode possibilitar novos conceitos, pode permitir o redescobrir do que se vê - e impor a crença de que há uma ordem na sociedade como a que existe na natureza. Retira-se a incerteza - o grande impulso criador - pois se há ordem, é possível prever; e quem nisso crê, não consegue compreender que a humanidade evolui, enquanto sociedade, transformando a "ordem existente" em outra, criada pelo homem e não necessariamente prevista.

Na sala de aula, Estudos Sociais cumpria o seu papel de disciplina disciplinadora. Em algumas universidades, começa a se impor a Geografia Teórica, a Geografia Quantitativa, a Nova Geografia. Mas a Geografia Quantitativa será esotérica, restrita à universidade e pouco chegando à sala de aula. Suas bases epistemológicas se encontravam no empirismo lógico, no racionalismo de Popper e na teoria dos paradigmas de Kuhn.

O EMPIRISMO LÓGICO

Na década de 70, em várias universidades, toma alento e se torna predominante o chamado empirismo lógico - denominação dada no Congresso Internacional de Filosofia em 1934 na cidade de Viena - ou positivismo lógico ou - apesar de não gostarem - neopositivismo. Caracterizou-se por ser uma antimetáfísica pois afirmavam que, por não serem verificados empiricamente, todos os enunciados metafísicos eram desprovidos de significado. Segundo Ciro Flamarion S. Cardoso, o neopositivismo caracterizou-se

"pelo ceticismo, pelo nominalismo (negação do fundamento real dos conceitos e idéias) e pelo imanentismo (o único universo acessível ao conhecimento é o imanente ao sujeito cognoscente: idéias, imagens). "(1992, 137) "O que não puder ser imediatamente verificado como 'algo dado', não passa, para os neopositivistas, de metafísica estéril, e conceitos como 'causa' ou 'lei' não exprimem, segundo eles, vínculos existentes de fato entre coisas e fenômenos no mundo real, sendo simples construções lógicas." (Id., 21)

Distingue-se do positivismo comteano na própria concepção de filosofia (1) que é tida como um conjunto de procedimentos técnicos de análise e lógica do argumento científico e da linguagem - o que pode reduzir a filosofia a uma análise da linguagem-, com o objetivo de aclarar o significado das proposições e excluir as questões formalmente indemonstráveis ou experimentalmente inverificáveis, por não serem mensuráveis. Enquanto aos positivistas do séc. XIX interessava a *"busca da lógica da descoberta das leis científicas"*, os do séc. XX buscavam *"uma lógica que apontasse os critérios para decidir acerca da adoção de teorias científicas."* (Cardoso 1992, 21) No neopositivismo

"a experiência e a linguagem se completam: a experiência é transcrita em forma de proposições, que são verdadeiras enquanto exprimíveis. E as proposições 'têm sentido' enquanto mensuráveis (tudo o que não é mensurável não tem sentido)." (Aranha e Martins 1988, 162)

Essa corrente resultou das pesquisas sobre os fundamentos da matemática, da reformulação teórica da Física e, inclusive, do surgimento do behaviorismo na psicologia. Retoma o empirismo de David Hume (2) e adquire uma forte tendência formalista; apesar de existirem diversas tendências metodológicas, possuem como problemática comum investigar a estrutura lógica das teorias e estabelecer critérios de objetividade científica. O início oficial do empirismo lógico ocorre com o Círculo de Viena (3), que teve na revista *Erkenntnis* (Conhecimento), publicada de 1930 a 1937, seu principal órgão de divulgação. Ludwig Wittgenstein (1889 - 1951) foi

um dos grandes inspiradores do grupo que, em 1938, em virtude das perseguições nazistas, se dissolveu. Muitos de seus membros emigraram para o Reino Unido e para os EUA, onde exerceram muita influência e continuaram desenvolvendo a orientação básica do grupo. Nos EUA fundaram a Encyclopaedia of Unified Science, publicação de divulgação e de muita influência.

Os integrantes do Círculo de Viena observaram que, enquanto as ciências, notadamente as naturais, vinham obtendo um grande progresso, a Filosofia, com um passado mais longo, se mostrava confusa, com muitas correntes conflitantes, sem mostrar possibilidades de progresso. E tudo *"parecia indicar que tanto a matemática como as ciências naturais dispunham de um método rigoroso de controle de seus resultados, o que parecia faltar à filosofia"* (Carvalho 1988, 67). Na matemática havia um critério objetivo: os processos lógicos; nas ciências naturais também: a observação e a experimentação. O erro lógico rejeita a demonstração matemática e a experimentação corrige ou abandona a hipótese. Daí o seu ideal de ciência que teve por base a aceitação de que um conceito será significativo somente se for fundado na experiência, isto é, se possuir uma base empírica e para que um *"sistema de enunciados possa valer como científico deve ser passível de exata formulação na linguagem da lógica."* (Idem)

Como, no início, defendiam suas posições com grande paixão, de maneira quase religiosa e até sectária, convencidos da verdade absoluta de suas posições, provocavam *"ou adesão incondicional ou a franca hostilidade"* (Bochenski 1962, 70). Mais tarde, tornam-se menos dogmáticos, mais tolerantes; mas no começo, o que se observava era

"uma atitude rigorosamente racionalista, analítica e lógica, de sorte que as obras dos neopositivistas aparecem do ponto de vista formal, como uma espécie de escolástica nova; em todo caso, pensamos que desde a Idade Média nunca se assistiu a um tal espetáculo de fé e de respeito à lógica.(...)..., para ela a filosofia não era outra coisa senão a análise da linguagem científica e seu método é rigorosamente 'científico-natural'." (Idem)

As teses principais do neopositivismo se encontravam no Tratado Lógico-Filosófico (Logisch-philosophische Abhandlung, 1922),

de autoria do professor de filosofia em Cambridge, Ludwig Wittgenstein (1889-1951). Nesta obra, parte do atomismo lógico de Bertrand Russel (4), uma das figuras de destaque do neo-realismo inglês. Os neorealistas ingleses se caracterizavam por serem empiristas convictos, afirmando que todo o nosso conhecimento é proveniente da experiência; para vários deles a experiência é exclusivamente sensível e para grande parte o verdadeiro método filosófico é o método das ciências naturais. Interessavam-se pelas questões teóricas de lógica, de epistemologia, de matemática, de física ou de biologia, e mostravam afeição pela pesquisa de problemas particulares, mantendo-se "fiéis ao 'método microscópico', à tendência para analisar e decompor todos os problemas". (Bochenski 1962, 61) Como os positivistas clássicos, não viam sentido na metafísica, defendiam que somente os métodos das ciências naturais poderiam proporcionar conhecimentos e acreditavam, de modo entusiasmado, na técnica e no progresso. Segundo o atomismo lógico de Russel, o mundo é composto de dados dos sentidos, logicamente ligados, e de fatos independentes entre si.

"Nosso conhecimento é cópia destes fatos concretos, é sempre de índole singular, os enunciados gerais são todos 'funções de verdade' dos enunciados singulares, isto é, formam-se a partir destes mediante relações lógicas." (Id, 71).

Wittgenstein elaborou, com base no atomismo lógico, uma teoria da linguagem (analisar a linguagem, esclarecer as expressões lingüísticas no seu uso corrente é a tarefa da filosofia) e postulava o silêncio sobre os problemas - ou pseudoproblemas- que não podiam ser resolvidos com os métodos das ciências exatas, pois era enunciados não verificáveis. Partindo de Wittgenstein, os neopositivistas elaboraram uma teoria excessivamente técnica, tendo a sensação como a única fonte de conhecimentos e que somente capta acontecimentos isolados e materiais. Sua base acaba sendo a intuição e, apesar de glorificar a razão humana e realçar a objetividade, acaba dando um poder relativo ao conhecimento humano. É possível

um conhecimento racional do mundo mas este existe independentemente da consciência. Seu conceito de ciência demonstra uma certa recusa em discutir os problemas que angustiam os homens, seus sofrimentos, seus dilemas morais.

Destacou-se esta escola também pela elaboração do **princípio da verificabilidade**:

"o sentido da proposição consiste no método de sua verificação ou, segundo formulação diferente mas que vem a dar no mesmo: 'a proposição tem então, e só então, sentido quando é verificável'. (...) só se conhece o sentido de uma proposição quando se sabe se é verdadeira ou falsa. Quer isto dizer que o método de verificação deve ser sempre dado simultaneamente com o sentido e vice-versa, o que (...) equivale a afirmar que método e sentido são uma e mesma coisa". (Id, 72)

Ou seja, identifica significado e condições empíricas da verdade, e coloca ainda que a verificação deve ser sempre realizada por, pelo menos, dois observadores (a verificação deve ser intersubjetiva) pois, se isto não ocorrer, a verdade da proposição não é demonstrada e a proposição não pode ser considerada como científica (5). Como a verificação intersubjetiva só é realizada pelos sentidos, as proposições que não se referem aos corpos e seus movimentos deixam de ser passíveis de verificação e, portanto, não possuem significado. Só há sentido naquilo que é verificável pelos sentidos. *"Por conseguinte, a única linguagem dotada de sentido é a da física (físicalismo) e é mister unificar todas as ciências sob este ponto de vista (linguagem unitária e **ciência unitária**)."* (Id.)

Por isso, para que as proposições possuam significado, elas precisam ser elaboradas de acordo com as regras sintáticas da linguagem, o que acaba por identificar o mundo da experiência com o mundo dos significados próprios da linguagem comum. Bochenski (1962, 73) usa como exemplo de uma frase sem sentido para os neopositivistas a afirmação de Heidegger: "O nada nada". Nesta frase, "nada" é um substantivo o que não é possível no sentido lógico em virtude da impossibilidade de uma negação assumir a função de

sujeito. Por isso que a linguagem pode ser às vezes somente a expressão de desejos e sentimentos como ocorria, na visão deste grupo, com os filósofos clássicos, cujas proposições não tinham significado, pois expressavam somente sentimentos e careciam de métodos lógicos.

Hans Reichenbach (1891- 1953) discordava dos demais neopositivistas pois, além de aceitar que existem coisas e não somente sensações, não aceitava a verdade absoluta pois o que existe de fato é a probabilidade; o poder verificar e determinar o grau de probabilidade de uma proposição é que lhe dá significado. A probabilidade é o fundamento da indução e é fundada na frequência estatística.

Se para esta escola os fatos, as coisas, são verificadas somente pelas sensações, fica difícil verificar se os fatos são diferentes das sensações que temos diante deles, confundindo o fato com a sensação mas não os igualando pois a verdade, nesta visão, é a sensação. E parece que não se pode sair da pele, que se transforma na armadura do cientista. Se o cientista exprimir desejos e sentimentos eles não possuem sentido; ou seja, exprimir-se como humano parece carente de significado.

DA LÓGICA MATEMÁTICA AOS MODELOS

A lógica matemática exerceu influência entre os neopositivistas, embora não deva ser identificada com o neopositivismo pois conta com partidários em várias escolas. Seus fundadores eram mais platônicos que positivistas e tinham como objetivo a superação das dificuldades e ambiguidades da linguagem comum, *"devido à natureza vaga e equívoca das palavras usadas e do estilo metafórico e, portanto, confuso que poderia atrapalhar o rigor lógico do raciocínio"*. (Aranha e Martins 1988, 106). Para superar esta dificuldade criaram uma *"linguagem simbólica artificial"* (6), razão pela qual também é conhecida como "lógica simbólica", pois se utiliza de símbolos artificiais em mais ampla escala do que a lógica clássica mas para Bochenski (1962, 231) não é justo classificá-la de **simbólica** pois isto

pouco tem a ver com sua essência. A Lógica Matemática também não é uma tentativa de matematização da filosofia - tentou-se, isto sim, reduzir a matemática à lógica - , confusão gerada pela utilização de símbolos semelhantes aos da matemática. Suas características essenciais são a eliminação de considerações da ordem psicológica, a aplicação da lógica à própria lógica - buscando diminuir o número de princípios - e o emprego do formalismo.

Ou seja:

*"exclui de seu domínio todas as considerações de ordem psicológica ou epistemológica; ocupa-se unicamente da **análise da da correção** das leis lógicas puramente formais, tais como o princípio de contradição, o silogismo hipotético, etc. (...) a lógica é aplicada à própria lógica, isto é, pretende-se deduzir muito exatamente, de maneira axiomática, as leis lógicas do menor número de princípios (axiomas e regras dedutivas). (...)... empregam o formalismo. Por formalismo designa-se o seguinte método: começa-se por escolher certos símbolos que possuem em si e por si uma significação determinada; em seguida, prescinde-se completamente dessa significação e consideram-se os teoremas exclusivamente segundo a forma externa, gráfica, dos símbolos e não segundo a sua significação." (Bochenski 1962, 232)*

Formaliza-se o processo dedutivo, apelando-se no interior da demonstração somente à forma dos símbolos e às regras dedutivas formais referentes a aquela forma. Daí também a sua íntima ligação com a semiótica (7), que tem como proposta básica a realização de uma distinção clara entre o símbolo e o que ele significa.

Dessa busca, pela Lógica Matemática, de eliminar influências psicológicas, de ser "objetiva", e de seu formalismo, surge o uso de modelos, tentativa de realizar uma versão simplificada e abstrata de realidade. Um modelo:

"constitui basicamente uma estrutura analítica com o objetivo de estudar as relações entre uma série de variáveis. Deve ser composto de um conjunto de hipóteses a partir

das quais são retiradas implicações ou previsões."
(FGV 1987, 773, c.1)

A finalidade de um modelo é prever os acontecimentos do mundo real; sua utilização parte do pressuposto de que, como a realidade é muito complexa, é preciso simplificar, esquematizar e fazer uso de abstrações para que se possa melhor compreendê-la - além de, para alguns, ser um meio de obter informações a baixo custo. Para essa melhor compreensão, procura-se formular modelos tão gerais quanto possível. Entretanto, seu uso nas ciências sociais, além de admitir a possibilidade de previsões sobre o comportamento humano, de elaborar uma "cartomancia científica", seria ainda mais problemático pois quanto mais geral for o modelo, menor perspicácia terá em suas previsões. Nesta visão, o modelo é uma abstração da realidade desejando prever esta mesma realidade e não conhecê-la, o que seria sua função. Seu perigo maior é querer, por exemplo; imaginar a cidade ideal, inclusive do ponto de vista geométrico, e depois querer encaixar a sociedade real neste modelo. E, neste caso, não se pode esquecer que são das suposições presentes em sua elaboração que derivam as suas previsões.

O EMPIRISMO DE POPPER

Karl Popper (1902-1994, que sofreu influências do Círculo de Viena, dele discordou mais tarde. Dizia que

"desejava traçar uma distinção entre a ciência e a pseudociência, pois sabia muito bem que a ciência freqüentemente comete erros, ao passo que a pseudociência pode encontrar acidentalmente a verdade."
(apud Carvalho 1988, 71)

Para ele, muitas vezes, a confirmação de uma teoria pela experiência era apenas aparente pois eram *"os resultados da experimentação que eram interpretados à luz da teoria"* e não vice-versa. Ou seja, pode-se acomodar a experiência à teoria, dando a impressão de que ela explica tudo no seu campo, mas a mesma pode

não ser capaz de sustentar predições que a coloquem em risco, não é aberta a refutações, à falseabilidade. Assim, considerava que só nas ciências "formais" (Matemática e Lógica) havia a possibilidade de um cientista provar algo com absoluta certeza pois seus objetos de estudo são ideais (números, figuras geométricas etc.). Nas ciências "factuais" (todas as outras) as teorias, tanto pela observação como pela experimentação, podem se mostrar falsas. Por isso, para ele,

*"o cientista deve estar mais preocupado não com a explicação e justificação de sua teoria , mas com o levantamento de possíveis teorias que a refutem. Ou seja, o que garante a verdade do discurso científico é a condição de **refutabilidade**. Quando a teoria resiste à refutação, ela é corroborada, ou seja, confirmada."* (Aranha e Martins 1986,162)

O ideal de refutabilidade , a resistência à refutação é que prova que a teoria descreve o mundo real. Uma verdadeira teoria científica proíbe que certas coisas ocorram - e quanto mais proíbe, melhor é. A "teoria" irrefutável é a que nada informa pois se compatibiliza com qualquer evento, não sendo possível dizer em que condições ela seria falsa. *"Numa palavra, o que define o estatuto da ciência empírica para uma teoria é a sua testabilidade, refutabilidade ou falseabilidade."* (Carvalho 1988, 73) Criticava a indução - base do positivismo clássico e do empirismo lógico, ainda que de modo diferente-, não aceitando que a ciência vá da observação para a teoria pois a própria observação exige um interesse especial, um ponto de vista, a percepção de um problema.

"O conhecimento não tem início com a experiência mas com uma teoria, que no confronto com a experiência é corroborada ou refutada. (...) Sem uma teoria prévia não é possível qualquer observação." (Id., 76)

Não é importante saber como surgem as hipóteses; pode até ser da especulação, que ocorre não só na metafísica mas também nas ciências. Não se pode ficar no "estritamente observável", é importante ousar, construir hipóteses "ricas em teor informativo"; este é o primeiro momento da ciência, que deve ser seguido pelos testes empíricos de refutação desta hipótese (a pseudociência contorna a

refutação ou arranja desculpas, como condições inadequadas, p. ex., para suas predições incorretas). Substitui a indução por uma "concepção hipotético-dedutiva": o fato-problema força uma hipótese explicativa, da qual se deduz algumas conseqüências preditivas, que devem ser confrontadas com os fatos. E o fato de resistir à refutação hoje, não significa que no futuro não possa ser refutada.

O austríaco Karl Popper (8) apresenta uma nova dimensão em relação aos positivistas clássicos, reconhecendo que o homem carrega preconceitos na observação da realidade - não há observação pura - e que há necessidade, no conhecimento científico, de pressupostos, de "pontos de vista preliminares":

"uma ciência não é simplesmente um 'conjunto de fatos'. Ela é pelo menos, uma coleção e, enquanto tal, ela depende dos interesses do colecionador e de seu ponto de vista... Seleccionamos da variedade infinita dos fatos e da variedade infinita de aspectos dos fatos, os fatos e os aspectos que são interessantes porque estão em relação com uma teoria científica mais ou menos preconcebida... Não somente é impossível evitar um ponto de vista seletivo, mas também de todo o modo indesejável controlá-lo, porque, se se pudesse fazê-lo, ter-se-ia não uma descrição mais 'objetiva', mas um simples acervo de afirmações inteiramente desconexas. Mas, com toda evidência, um ponto de vista é inevitável; ..." (apud Löwy 1987,48)

Ou seja, mesmo para ele - embora não diga de modo explícito-, não é possível a desideologização do cientista, como se fosse possível que uma pessoa passasse antes por uma câmara desinfetadora, imunizadora ou esterilizadora de sua visão de mundo, transformando os olhos em lentes de, no mínimo, 180 graus de visão e a pessoa numa máquina. Popper questiona a própria concepção de objetividade e da relação entre ciência e ideologia do próprio positivismo. Mas não supera este na sua recusa em distinguir o problema da objetividade entre as ciências naturais e as ciências sociais, apesar de afirmar que:

"É inteiramente falso crer que as ciências da natureza são mais objetivas que as ciências sociais. O cientista natural é

tão tendencioso como todos os outros homens e é infelizmente... em geral extremamente unilateral e tendencioso no preconceito em favor de suas próprias idéias." (apud. idem, 59)

Não aceita a objetividade científica ao nível individual tanto nas ciências sociais como nas ciências da natureza, colocando como indistintos a presunção do cientista natural em relação a suas produções intelectuais e o papel das ideologias. Para ele, a objetividade não resulta da busca individual da mesma mas da cooperação entre os vários cientistas (a "intersubjetividade do método científico") que, no caso daqueles ligados às ciências naturais, há a vantagem da utilização de uma linguagem comum, mesmo quando se expressam em suas línguas natais. Isto, aliado à liberdade de crítica, - existente pelos testes em diversos laboratórios, nos congressos, nas publicações - dá um "caráter público" ao método científico e conduz a uma teoria que Michael Löwy (1987, 51) chama de "objetividade institucional". Ou seja, a objetividade científica deriva do caráter público, social, do método; é ele que dá imparcialidade à teoria e não o cientista como indivíduo, pois o caráter público elimina, por exemplo, a posição ideológica do pesquisador - que dela sofre influências, eliminadas quando a teoria resiste às refutações.

Avança em relação ao positivismo clássico mas não consegue superar o problema, pois essa concepção também não consegue eliminar a "visão social de mundo". É um modelo de objetividade com base nas ciências naturais e é difícil aplicá-lo às ciências sociais. Cabe aqui a questão: nos institutos de pesquisa as posições ideológicas estão eliminadas? Quem controla ou financia estes institutos? Apesar da possibilidade de existência de uma parcela de autonomia, os órgãos de pesquisa não sofrem influências dos diversos condicionamentos sociais? Não há divergências entre institutos e correntes nos diversos ramos das ciências naturais? Nestas, o "andar da carruagem" pode levar a superar certas divergências porque o papel das ideologias, das visões sociais de mundo não é tão decisivo, embora seja importante. Não é que seja mais difícil a realização deste método nas ciências sociais; ele deve ser outro, pois se assim não for, continua-se tentando realizar o que

o positivismo sempre tentou: transportar de modo mecânico o método das ciências naturais para as ciências sociais.

Ao defender que os métodos teóricos são basicamente os mesmos em todas as ciências, que os cientistas sociais devem abandonar suas visões sociais do mundo e buscar uma linguagem comum, eliminar as determinações sociais da produção científica, apesar de negar a validade da indução, Popper permanece, ainda que patinando, próximo ao positivismo clássico. Mas não deixa de ser importante a sua defesa da necessidade, para que a ciência progrida, da liberdade de crítica, da confrontação entre as posições, do debate e ainda o fato de romper com a tradição positivista de certezas absolutas e indubitáveis. Pois estas atitudes é que permitem a inexistência dos dogmatismos empedernidos e do obscurantismo, como aqui ocorreu no pós-64.

INCERTEZAS NA FÍSICA: A TEORIA QUÂNTICA

A conexão entre dois fenômenos, sendo o segundo previsível do primeiro, é, de modo geral, a concepção clássica de causalidade. Esta concepção teve duas formas fundamentais: a de "conexão racional", onde a causa é a razão de seu efeito, é uma força que produz infalivelmente determinado efeito, e a de "conexão empírica ou temporal", na qual *"o efeito não é dedutível da causa mas é previsível na sua base pela constância e uniformidade da relação de sucessão"* (Abbagnano 1982, 117), que tira a idéia de força da relação causal. Em ambas, porém, estão presentes os conceitos de **previsibilidade** infalível do efeito e de **necessidade** da relação causal.

A física newtoniana reforçara a idéia da objetividade, ao mostrar que a teoria era consequência de fatos experimentais dos quais são deduzidos os conceitos. Suposições, hipóteses, são somente aquelas exigidas pelos fatos; e da descrição dos fatos experimentais é que as leis da física são deduzidas. A obra "Princípios matemáticos da filosofia natural" (1687), que com a lei da gravitação demonstrou que a estabilidade do Universo pode ser garantida sem a intervenção da providência divina, não só mostrou que se podia descrever o

mundo sem mencionar Deus mas também que isso podia ser feito sem se referir ao sujeito. Ou seja, podemos descrever o Mundo como algo separado de nós mesmos, eliminando o homem como o sujeito da ciência.

Só se pode admitir uma rigorosa causalidade nos fatos da natureza se admitimos que é possível a ausência de qualquer interferência do observador no fenômeno observado. Isso aceito, pode-se descobrir relações constantes entre os fenômenos, o que permite uma "previsão racional"; ciência, daí previsão, disse o papa do positivismo clássico.

"Assim, o verdadeiro espírito positivo consiste sobretudo em ver para prever, em estudar o que é a fim de concluir o que será, segundo o dogma geral da invariabilidade das leis naturais". (Comte 1983, 77)

Com o positivismo, a infalibilidade não é somente transferida do papa para a ciência, como também é estendida às ciências sociais. O quiromante passa a ter no cientista um concorrente.

A teoria da relatividade de Albert Einstein (9) vai mostrar que a especulação é o caminho para a formulação de uma teoria, ou seja, que ela não é simplesmente algo dedutível da descrição de fatos experimentais. Propõe-se uma teoria que será confrontada com os fatos experimentais, o que sujeita a teoria a modificações ou reconstruções com o aparecimento de novas evidências. Na Física provoca mudanças em seus princípios fundamentais; se na mecânica de Newton espaço e tempo eram conceitos independentes, agora são interrelacionados. Na mecânica de Isaac Newton (1642-1727), passado e futuro estão separados pelo "presente momento", um intervalo de tempo infinitamente pequeno; na teoria da relatividade *"estão separados por um intervalo finito cuja extensão dependerá da distância espacial ao observador"*(Heisenberg 1981, 68). A formulação do princípio de relatividade, cujo aspecto mais importante é a equivalência entre massa e energia, é o fato de toda energia carregar consigo u'a massa, fez com que duas leis, a da conservação da massa e a da conservação da energia elétrica, perdessem sua validade enquanto separadas pois só se conceberá a lei da conservação da

energia ou massa. Mas as mudanças trazidas pelas teorias elaboradas por Einstein não se restringem ao campo da física.

A teoria da relatividade não se explica pela geometria euclidiana (tridimensional - e que permanece válida em domínios de pequena extensão espacial mas não em superfícies de dimensões astronômicas) mas se traduz de modo adequado na geometria não-euclidiana do matemático alemão Bernhard Riemann (1826-1866), de entendimento difícil para nós pois nosso universo de percepção imediata é euclidiano. Velhas indagações filosóficas ressurgem e se associam a outras: houve começo e haverá fim? O espaço ocupado pelo Universo é finito ou infinito?(10) Se o tempo teve um começo, o que havia antes dele? A transmutação direta de massa em energia mudou Hiroshima, Nagasaki e a política mundial a partir de 1945. A posse das armas termonucleares instalou o "equilíbrio pelo terror" e foi mais um argumento para que potências nucleares forçassem países a integrar sua área de "influência". Aproximou os cientistas do poder e tornou-os co-responsáveis - pela posição assumida ou pela omissão - por várias decisões tomadas.

Importante também para a física moderna foi o **Princípio da Complementaridade** de Niels Bohr (11) segundo o qual os corpúsculos e as ondas representam dois aspectos complementares de uma mesma realidade. O elétron, p.ex., pode ser considerado como onda e como partícula; dois aspectos opostos que se corrigem reciprocamente, que são duas descrições complementares (12) da mesma realidade. Para a física quântica, em toda observação das menores unidades existentes ocorre uma perturbação, sendo impossível observar o fenômeno sem de algum modo influenciá-lo. Há, portanto, uma incompatibilidade com a concepção clássica de causalidade. E as descrições como onda e como partícula são mutuamente exclusivas

"pois uma certa coisa não pode ser ao mesmo tempo uma partícula (i.é., substância confinada a um volume muito pequeno) e uma onda (i.é., substância espalhada por uma região de dimensões muito grandes), mas se complementam uma à outra." (Heisenberg 1981,22)

Por isso, ao descrever como onda, minha descrição só é verdadeira parcialmente e deve ser restrito o seu uso como conceito, para evitar contradições. A limitação do uso do conceito, expressa no princípio da incerteza, impede a contradição mas também mostra que não é possível uma descrição "objetiva" de uma observação experimental e que outra observação a seguir pode não ter o mesmo resultado, demonstrando que o acontecimento depende da existência do observador ou de seu modo de observar. Nesta concepção, a Física deixa de ser uma ciência da ordem necessária.

O golpe decisivo no princípio de causalidade clássico foi dado por Werner Heisenberg (13), ao expor em 1927 o **princípio de indeterminação** que estabelece a impossibilidade

"de medir com precisão uma grandeza, sem detrimento da precisão na medida de uma outra grandeza coligada, [o que] torna impossível predizer com certeza o comportamento futuro de uma partícula subatômica e autoriza somente previsões prováveis, fundadas em verificações estatísticas, do comportamento de tais partículas."
(Abbagnano 1982,122)

Ou seja, há, por exemplo, uma impossibilidade de se determinar de modo simultâneo e com igual precisão a localização e a velocidade de um elétron, quanto maior for a precisão da medida da posição, menor será a de sua velocidade e vice-versa. Assim, não se pode afirmar que existe uma causalidade - no sentido clássico (14) - na natureza, o que contesta a definição de ciência como o "conhecimento das causas" e faz com que as asserções sobre a realidade sejam consideradas probabilidades e não certezas. O termo causa passa a ser substituído - ou usado no sentido - por condição, que é o que "torna possível a previsão provável de um evento", livrando a noção de causa do seu caráter necessitante.

Se a observação produz perturbação no objeto, a física subatômica está reconhecendo a existência de uma ação recíproca entre o objeto e o observador e demonstrando que nem todas as probabilidades são igualmente prováveis. Isto significa também o abandono da visão determinista a respeito da natureza, que é

substituído, não pelo acaso ou indeterminação, mas pela condição, pelo condicionamento. O resultado da observação não pode mais ser predito com certeza; o que se pode teoricamente prever é a probabilidade da ocorrência de um resultado que deve ser verificado pela repetição por inúmeras vezes da experiência. E nesta se usa a descrição do fenômeno atômico mais conveniente para a mesma, mudando o conceito de realidade. A própria descrição dos fenômenos depende da linguagem que é usada, e ela pode se utilizar de termos que representam conceitos do cotidiano ou da física clássica. O próprio Heisenberg afirma que a teoria quântica (15) começa por um paradoxo em virtude do fato dos experimentos serem descritos *"apoiados nos conceitos da física clássica e, ao mesmo tempo, do conhecimento de que esses conceitos não se ajustam à Natureza de maneira precisa."* (1981, 26) A dubiedade, a imprecisão e a limitação das palavras é que estimula o recurso a formulações abstratas da matemática.

Mas, de qualquer modo, o princípio da incerteza realça, na descrição dos eventos atômicos, o elemento subjetivo,

"pois o instrumento de medida foi construído pelo observador, e temos que nos lembrar que aquilo que observamos não é a Natureza em si mas, sim, a Natureza exposta ao nosso método de questionar" (Idem, 27)

Logo, a ciência natural resulta da interação entre o cientista e a Natureza e a descrição resultante depende do nosso método de questionar. Para Heisenberg, a ciência natural não está interessada no Universo como um todo; seu objeto de estudo é alguma parte dele, selecionada pelo pesquisador. Este procura elaborar a pergunta correta, o melhor caminho para a solução do problema, o que demonstra que necessariamente não é a experiência que leva à teoria pois esta pode anteceder àquela.

A teoria quântica, que "não permite uma descrição inteiramente objetiva da Natureza", também coloca problemas na lógica clássica. Nesta, uma asserção ou é verdadeira ou é falsa, inexistindo uma terceira possibilidade. Mas, de acordo com o princípio da complementaridade posso dizer: "um elétron ou é uma onda ou não é"? Será necessário criar uma "lógica quântica"? A

própria utilização da lógica matemática, de grande influência nas propostas de Karl Popper, na sua busca obsessiva da objetividade, da eliminação do sujeito, inclusive através de símbolos e com base em regras "objetivas" estabelecidas por "sujeitos", fica comprometida com o conceito de realidade da física quântica. Mas posições assumidas por Heisenberg estarão presentes na obra de Thomas Kuhn (16), como a afirmação de que a mudança no conceito de realidade "não é uma simples continuação do passado" mas "um novo caminho no que diz respeito à estrutura da ciência moderna" (1981,8) e de que a coesão na comunidade científica está, entre outros aspectos, na comunhão de idéias e na linguagem coincidente, afirmando que "a ciência é esotérica: ela está restrita a uns poucos iniciados" (Idem, 84). Contudo, o fundamental é que o princípio de indeterminação abala o alicerce do positivismo, ao colocar em xeque os seus conceitos de causalidade e de objetividade, a indução como única via de explicação científica, a sua ilusão da infalibilidade da ciência etc.

OS PARADIGMAS DE THOMAS KUHN

Outro autor importante, e que vai se contrapor a Popper, é o estadunidense Thomas S. Kuhn (1922-). No livro **A Estrutura das Revoluções Científicas** (17), afirma que Popper e seus seguidores acabam negando a existência de qualquer procedimento de verificação por enfatizar a falsificação, isto é

"do teste que, em vista do seu resultado negativo, torna inevitável a rejeição de uma teoria estabelecida. (...) Se todo e qualquer fracasso na tentativa de adaptar teoria e dados fosse motivo para a rejeição de teorias, todas as teorias deveriam ser sempre rejeitadas. Por outro lado, se somente um grave fracasso da tentativa de adequação justifica a rejeição de uma teoria, então os seguidores de Popper necessitam de algum critério de 'improbabilidade' ou de 'grau de falsificação'." (1975,186)

Ou seja, Kuhn não aceitava que o desenvolvimento da ciência ocorresse pela condição de refutabilidade e dizia que enfatizar a falsificação pode levar ao erro de identificar todas as experiências

anômalas como experiências de falsificação - e estas, duvidava que existiam. Para ele, o desenvolvimento da ciência ocorre através de revoluções científicas, "episódios de desenvolvimento não-cumulativo", que estabelece um novo paradigma(18). Paradigmas são

"as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência." (Kuhn 1975, 13) "... indica(m) toda a constelação de crenças, valores, técnicas, etc., partilhada pelos membros de uma comunidade determinada." (Idem, 218)

Quando um determinado paradigma já não é capaz de solucionar um número de anomalias acumuladas, ocorrem as crises, que levam a revoluções paradigmáticas como, por exemplo, as operadas por Copérnico, Newton, Lavoisier, Darwin, Einsten, Heisenberg etc., cujos

"trabalhos serviram, por algum tempo, para definir implicitamente os problemas e os métodos legítimos de um campo de pesquisa para as gerações posteriores de praticantes da ciência." (Id., 30)

O comprometer-se com as mesmas regras e padrões de uma prática científica, o consenso aparente, são os pré-requisitos para a ciência normal, que é o "paradigma em atividade", pois sem o compromisso com um paradigma, não há ciência normal.

A ciência normal tem como base uma concepção de mundo de uma comunidade de determinada ciência, cujos esquemas conceituais foram fornecidos durante o processo de formação profissional; e é uma forma de pesquisa onde se procura ajustar a natureza a esses esquemas conceituais e a solucionar os problemas do quebra-cabeça. (19) Enquanto busca solucionar quebra-cabeças, a ciência normal é uma atividade acumulativa, que está obtendo sucesso quanto ao objetivo proposto e aumentando o alcance e a precisão do conhecimento de determinada ciência. Enquanto bem sucedida, não busca descobrir novidades concernentes a fatos ou teoria, embora até possa provocá-las. "... a novidade normalmente emerge apenas para aquele que, sabendo **com precisão** o que

deveria esperar, é capaz de reconhecer que algo saiu errado." (Id., 92) A ciência normal procura sempre aproximar a teoria e os fatos. Quando, no início do século XVI, um número cada vez maior de astrônomos começou a perceber que o paradigma ptolomaico estava fracassando nas soluções de seus próprios problemas tradicionais, foi aberto o caminho para a rejeição deste paradigma.

A ciência normal é aquela presente nos manuais de ciências, que normalmente fazem referências somente aos problemas e teorias dos paradigmas aceitos pela comunidade científica - pessoas que compartilham um paradigma - e se destinam a perpetuar a ciência normal. Assim, acabam dissimulando a própria existência da revolução paradigmática que produziu a atual ciência normal. Com isso, o estudante de ciências naturais acaba por desvalorizar os "clássicos" pois já "sabem a resposta certa" e não conseguem analisar um paradigma antigo, que já foi ciência normal, a partir dos pressupostos daquele paradigma. Esta constatação nos passa a idéia de que os manuais acabam escondendo a história das ciências naturais - para as ciências sociais os clássicos são mais importantes - e "truncando a compreensão do próprio cientista a respeito da história de sua própria disciplina" (Id., 175). Kuhn defende a necessidade de conhecer a história para saber como ocorre o progresso da ciência, mas parece não ver que o conhecimento do passado é essencial para a ação do cientista. Os manuais mostram que as ciências também têm seus heróis cuja memória deve ser reverenciada mas seus trabalhos podem ser esquecidos. Ao esconder as revoluções, passam a idéia de que no passado também se trabalhava os mesmos problemas com os mesmos cânones e de que a ciência é cumulativa, como se cada grande cientista tivesse colocado um tijolo na casa construída, como se os problemas fossem os mesmos. Ou seja, não só escondem as revoluções como também as crises.

A crise é a tomada de consciência por parte da comunidade científica de que "algo saiu errado" e é "*uma pré-condição necessária para a emergência de novas teorias,...*" (Id., 107). Pode ser gerada por trabalhos realizados fora de determinada comunidade científica, como novas leis em outras ciências que, assimiladas, podem provocar crises ou a criação de novos instrumentos, como, por exemplo, o

microscópio eletrônico. As crises normalmente se iniciam com o "obscurcimento do paradigma", que leva a um relaxamento das regras, dos pontos de vista estabelecidos, pois surgiram várias anomalias não passíveis de solução através do paradigma estabelecido.(20) Para Kuhn, as crises podem terminar de três maneiras: algumas vezes, a ciência normal se mostra capaz de solucionar o problema; em outros casos, o problema resiste às novas abordagens e é abandonado ao se concluir que no estágio atual não surgirá nenhuma solução para o problema; ou, finalmente, ela *"pode terminar com a emergência de um novo candidato a paradigma e com uma subsequente batalha por sua aceitação."* (Id., 116) Com um novo paradigma, surgirá uma nova tradição de ciência normal.

A nova teoria, que é "uma resposta direta à crise", nem sempre é nova. Muitas vezes ela já existia mas foi ignorada por não haver crise, até porque os problemas colocados não eram reconhecidos como problemas pela ciência normal. Uma astronomia heliocêntrica, num período em que o sistema geocêntrico parecia mais razoável até porque não existia qualquer grande problema que pudesse por ele ser solucionado, seria ignorada. A descoberta - *"novidades relativas a fatos"* - tem início quando se reconhece que, *"de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal"* (Id., 78) , quando se toma consciência da anomalia. Abre-se então caminhos para as invenções - *"novidades concernentes à teoria"* -, cujo trabalho se encerra quando aquilo que era anomalia se converte em algo esperado; ou seja, há uma nova teoria. (21)

Nesta visão, a evolução da ciência não ocorre porque um novo conhecimento substituiu a ignorância (22), revelou algo da natureza ainda não descoberto - esse seria o cumulativo, como o realizado pela pesquisa normal -mas sim porque o novo conhecimento substituiu "outros conhecimentos de tipo distinto e incompatível" (Id.,129). A nova teoria destrói o paradigma anterior. Por isso não é um processo acumulativo (23) pois é uma

"reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações." (Id.,116)

É um novo modo de solucionar problemas, no qual também é diferente o universo de discurso.

A ciência normal sempre terá um desafio, e a sensação de "funcionamento defeituoso", de que algo está saindo errado (crise) é um pré-requisito para a revolução científica, que é o momento de desintegração da ciência normal e que pode afetar todo um campo de estudo ou somente uma subdivisão do mesmo, que será forçado a reformular todo o seu conjunto de compromissos norteadores de sua prática científica. Não necessitam parecer revolucionárias para os observadores externos mas sim para os que tiveram seus paradigmas afetados. E para estes será como se, olhando com lentes especiais, o mundo fosse virado de cabeça para baixo; mas isto, depois de algum tempo, se transforma na visão normal.

A nova tradição científica normal que emerge dessa revolução é incompatível com o paradigma anterior. Só se pode aceitar que a teoria de Einstein está certa se se reconhecer que a de Newton estava errada. Muitas vezes, não é só incompatível mas também incomensurável, ou seja não se pode medir, não tem medida comum com a outra grandeza. Podem até empregar os mesmos termos mas não os vinculam da mesma maneira à natureza, o que dificulta a comunicação entre eles. Após uma revolução, o cientista continua com grande parte de sua linguagem e de seus instrumentos usados anteriormente mas não os emprega, necessariamente, da mesma maneira. E quando se repudia um paradigma, faz-se o mesmo em relação *"à maioria dos livros e artigos que o corporificam, deixando de considerá-los como objeto adequado ao escrutínio científico."* (Id., 209) Por isso também é que não há uma linguagem que pode ser aplicada de maneira geral e permanente pois à medida que uma expectativa frente à natureza é alterada, a mesma palavra adquire outro significado. A palavra planeta era diferente após Copérnico, pois os planetas eram vistos de modo diferente; por isso que a linguagem não produz, necessariamente, *"meras informações neutras e objetivas sobre o 'dado'."* (Id., 163).

Kuhn acaba superando a visão positivista tradicional ao valorizar o contexto e o paradigma - que, em primeiro lugar, governa o grupo de praticantes e não um objeto de estudo- pois, para ele, o que

"um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver." (1975, 148) (24) Mas não coloca a importância da ideologia neste olhar, até porque o fato que analisa é o da natureza e não o da sociedade. Mas não deixa de ser importante o fato dele concordar que, mesmo nas ciências da natureza, "dois grupos de cientistas vêem coisas diferentes quando olham de um mesmo ponto para a mesma direção" (Id., 190). Mas sua visão de cientista é discutível por ser elitista, autoritária e descompromissada com o social. É certo que valoriza o grupo em detrimento do indivíduo mas afirma que uma comunidade científica, para a qual a mudança precisa parecer revolucionária, é *"composta talvez de menos de vinte e cinco pessoas"* (Id., 225). Aparentemente, coloca o cientista como a-crítico pois aceita passivamente a ciência normal - por isso, não é tão importante para o cientista conhecer a história de sua ciência - até encontrar anomalias na sua prática de solucionador de quebra-cabeças.

A esotérica comunidade de alguma ciência é que tem o poder de escolher o paradigma(25), ou seja, de dar existência à ciência, e só a ela cabe decidir sobre assuntos relativos à sua ciência, pois são os únicos que conhecem as regras do jogo. Transforma os cientistas numa casta e possui uma visão ingênua quanto às decisões sobre a atividade científica, pois quem define quanto à criação de laboratórios, ao privilégio dado a uma ciência em detrimento de outra, à destinação da pesquisa? Quando pergunta afirmando se há "melhor critério do que a decisão de um grupo científico", dá-lhes, como Comte, o "poder espiritual" e acaba fazendo o jogo da neutralidade, dando ao grupo o poder de ser dono da verdade - embora ele mesmo diga que fazer ciência não é necessariamente aproximar-se da verdade. Assim, se o grupo de tal ciência afirmar que determinada raça é inferior, não há o que discutir, pois coloca que o julgamento deve ser somente dos pares - *"os únicos conhecedores das regras do jogo"* - como se a atividade da comunidade científica não influísse em toda a sociedade.

Afirma ainda que o que provoca a evolução da ciência é o que queremos saber pois o processo, além de não ser acumulativo, não é orientado para um objetivo ou por um plano presente desde o início da criação. Ou seja, não há uma evolução teleológica e isto foi

a "*mais significativa e a menos aceitável*" das sugestões da **Origem das espécies**, onde Darwin não reconhece nenhum objetivo colocado previamente pela natureza ou por Deus.

"A crença de que a seleção natural, resultando de simples competição entre organismos que lutam pela sobrevivência, teria produzido homens com animais e plantas superiores era o aspecto mais difícil e mais perturbador da teoria de Darwin. O que poderiam significar 'evolução', 'desenvolvimento' e 'progresso' na, ausência de um objetivo especificado? Para muitas pessoas, tais termos adquiriram subitamente um caráter contraditório" (Id., 215)

Por valorizar o exposto acima, Kuhn faz uma analogia entre a evolução dos organismos com a evolução das idéias científicas ao afirmar que a resolução de uma revolução, o estabelecimento de uma ciência normal se dá pela seleção no interior da comunidade científica - os mais aptos? - do modo mais adequado de praticar a ciência. Para nós, algumas questões não ficaram claras; qual é o objetivo da ciência? Uma revolução científica existe somente para resolver os problemas da comunidade científica ou é também para solucionar problemas da sociedade? A evolução da ciência ocorre mais pelo prazer do saber?

A revolução paradigmática amplia o grau de especialização da comunidade científica (26), progredindo em termos de profundidade - até porque as novas teorias são melhores que as anteriores - mas não necessariamente de amplitude, e diminui sua comunicação tanto com as outras comunidades científicas, quanto com os setores leigos. Ou seja, há um progresso no sentido de saber-se mais sobre menos e, ao mesmo tempo, uma ampliação do isolamento dos cientistas, com o conhecimento se tornando mais esotérico, mais limitado a um grupo de instruídos no assunto.

"Ao contrário do engenheiro, de muitos médicos e da maioria dos teólogos, o cientista não está obrigado a escolher um problema somente porque este necessita de uma solução urgente. Mais: não está obrigado a escolher

um problema sem levar em consideração os instrumentos disponíveis para resolvê-lo" (Id., 206)

Kuhn diz que um novo paradigma é aceito por parecer melhor que os outros candidatos a paradigma mas que o mesmo "*não precisa (e de fato isso nunca acontece) explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontado*" (Id., 38). A adoção de um novo paradigma pode requerer uma redefinição da ciência que a leva inclusive a transferir alguns problemas para outras ciências ou abandoná-los como "não científicos". Logo, de um campo podem surgir paradigmas que criam novas disciplinas e, ao mesmo tempo, o surgimento de um novo paradigma significa o abandono do anterior (27). Adquirir um paradigma é também adquirir um critério para a escolha de problemas.

"Assim, um paradigma pode até mesmo afastar uma comunidade daqueles problemas sociais relevantes que não são redutíveis à forma de quebra-cabeça, pois não podem ser enunciados nos termos compatíveis com os instrumentos e conceitos proporcionados pelo paradigma." (Id., 60)

Por isso que paradigmas diferentes não possuem exatamente os mesmos problemas e dão maior importância a problemas diferentes, até porque não vêem a realidade da mesma maneira. Se há uma seleção das manifestações, se duas pessoas "*com as mesmas impressões na retina podem ver coisas diferentes*" e se aderir a um, paradigma "*é uma experiência de conversão*" (p. 191), há um lado subjetivo muito forte no ato de pesquisar. que Kuhn não enfatiza suficientemente.

Por isso não aceita as teorias de verificação probabilísticas, pois estas

"recorrem a uma ou outra das linguagens de observação puras ou neutras... Uma teoria probabilística requer que comparemos a teoria científica em exame com todas as outras teorias imagináveis que se adaptem ao mesmo conjunto de dados observados. Uma outra exige a construção imaginária de todos os testes que possam ser concebidos para testar determinada teoria. (...) Se, ..., não pode haver nenhum sistema de linguagem ou de conceitos

que seja científica ou empiricamente neutro, então a construção de testes e teorias alternativas deverá derivar-se de alguma tradição baseada em um paradigma." (Id., 185)

Até porque para ele a verificação é também uma espécie de seleção, em uma situação histórica determinada, da alternativa que se mostra mais viável entre as existentes.

A nosso ver, Kuhn faz uma análise e uma proposta a respeito das ciências da natureza e não das ciências sociais. Estas analisa pouco, até por parecer que possuem um processo diferente de evolução. Para as ciências sociais não existe a possibilidade - enquanto for mantida a atual estrutura de classes - de permanência de um paradigma em determinada ciência. Sua proposta realça a analogia e a aplicação desta à natureza, o que não deve ser considerado válido para as ciências sociais. Ele reconhece que os cientistas sociais tendem freqüentemente - e os da natureza quase nunca, e daí sua tendência ao insulamento, a ilharem-se - *"a defender sua escolha de um objeto de pesquisa (...) principalmente em termos da importância social de uma solução"* (Id., 206-207). Na Filosofia, nas Ciências Humanas, o estudo dos clássicos adquire maior importância; e, ao lado de pesquisas mais recentes, apresentam ao estudante uma imensa variedade de problemas e numerosas soluções para os mesmos, que ele, por si mesmo, deverá avaliar. O que não coloca é que natureza e sociedade necessitam de estatutos epistemológicos diferentes pois a contradição é da essência da sociedade humana.

Adotar essa noção de paradigmas impediria uma teoria que buscasse explicar tanto o passado histórico como o presente pela mesma teoria. A adoção de um paradigma universal de sociedade **pode** levar à crença de que os componentes das diversas sociedades existentes possuem comportamentos iguais, aproximando-se da biologia- comportamentos semelhantes de animais de uma mesma espécie- e abrindo caminho para um darwinismo social. Estabelecem-se modelos de sociedade, de economia, esquecendo que a tentativa de copiar, por exemplo, o modelo nipônico traz tantos frutos como as cerejeiras japonesas. O comportamento humano depende de vários aspectos como a estrutura de classes, a cultura dominante, a religião praticada, o maior ou menor domínio da "mass media" etc.

Falta em sua proposta u'a melhor contextualização histórica pois, dela isolada, passa-se a idéia de que fatos e teorias das ciências naturais não sofrem influências das características da estruturação social, do poder vigente, da ideologia dominante etc., isolando a evolução científica da evolução política. Não responde a uma questão prática: quem define o que deve ser pesquisado é somente o instrumental disponível? Quem financia as pesquisas não interfere? Por que há mais verbas para determinadas pesquisas? Valoriza o contexto da ciência mas o isola do social. Mesmo na adoção de um novo paradigma, expõe várias razões mas não inclui as relações de poder, o caráter histórico-social, como se o paradigma ptolomaico tivesse persistido somente por ter sido adequado aos problemas dos cientistas e não também por ter sido útil ao poder medieval da Igreja Católica; a revolução coperniciana teve influências na astronomia mas também na organização política de muitas sociedades.

Apesar de não conceber a evolução como acumulativa, Kuhn não tira a importância do paradigma anterior pois o seu fracasso é que possibilitou a crise e a emergência do outro. Outro aspecto importante é que o paradigma também depende do sujeito, não sendo uma verdade que se impõe por si mesma. Mostra ainda que não há pesquisa sem teoria, não há ação sem fundamentação, destruindo a afirmação de que "na prática a teoria é outra" pois se ela é outra é porque não é ela que sustenta a prática. Todavia, abandona o discurso crítico e seu conceito de paradigma para a ciência é de uma postura elitista, autoritária e descompromissada com o todo social, e que colabora - através de um discurso com base no consenso dos especialistas - para esconder a complexidade da realidade humana.

COMPARANDO E DISCORDANDO

Tanto na metodologia dos empiristas lógicos(indutivistas) como na de Popper (dedutivista) a experiência desempenha um papel fundamental pois na primeira é ela que confirma a hipótese e na segunda prova sua falseabilidade ou não. Ambas se assentam nas regras da lógica, tanto da indutiva como da dedutiva. Se essas são as

duas alternativas no pensamento racional, a posição de Kuhn fica confusa ao ser contrária às regras indutivas como o caminho da ciência, ao discordar da busca da refutação e ao colocar em dúvida a existência de falseamentos. Kuhn, com isso, está pondo em xeque nosso conceito de racionalidade?

Quando Kuhn afirma que um novo paradigma destrói o anterior, que ele é um novo modo de solucionar problemas, que dois paradigmas não convivem, fica difícil entender como a mecânica newtoniana continua útil quando aplicada para interpretar muitos fenômenos do cotidiano, como, por exemplo, para a engenharia. O princípio de ação e reação(28) é falho quando aplicado às forças de campo a longa distância mas pode ser usado em situação oposta. Não é a convivência de dois paradigmas? E a visão que um paradigma exclui problemas cujas soluções ele mesmo não antecipe, pode ter sido a desculpa para que "*muitas questões sociais relevantes [fossem] afastadas da investigação, por não serem, então, redutíveis à forma usual do paradigma dominante.*" (Pimentel 1992, 29).

Popper parece ter razão quando afirma que a postura kuhniana a é "dogmática, a-crítica". Contudo, nenhuma das três posições soluciona o problema das ciências sociais; Kuhn por não considerá-la e as outras duas posições por incorrerem no erro da busca de um único método para as ciências. Aliás, a busca desenfreada por um conceito único e estanque de ciência, que não leve em conta a contradição presente nas sociedades divididas em classes sociais, pode impedir o próprio desenvolvimento da ciência. Esta deve caminhar na busca da verdade e neste trilhar, indução e dedução são caminhos necessários, interligados e opostos, cuja unificação se dá no resultado, na conclusão, onde a generalidade se amplia.

Daí também o cuidado e o perigo quanto aos modelos. Um modelo é um instrumento, parcial e simplificador, para facilitar o entendimento da complexidade do real, seu ponto de partida. Qualquer modelo tem que levar em conta as particularidades naturais, culturais, políticas, econômicas etc. de cada país. Quando o modelo não leva em conta as diferenças históricas e se transforma em categoria universal aplicável de forma mecânica, ele congela a história e foge de sua finalidade: uma representação da realidade para melhor

conhecê-la. Como instrumento, o modelo deve ser utilizado como uma hipótese de trabalho sujeita permanentemente a verificação, pois a realidade é mutável. A realidade está sempre em mudança e não se pode congelá-la num modelo. Com este devemos ter o mesmo caminhar que deve realizar o conceito: dos fatos à teoria e desta àqueles, de modo incessante.

A ciência deve ser feita na ótica do futuro, na busca de um mundo melhor, pois *"o presente despojado da tendência é já o passado"* (Santos, M. 1989, 11). Mas não se pode confundir ciência com futurologia pois esta, quando realizada em bases ditas "científicas", pode na realidade estar buscando estender o presente. Como diz Milton Santos (Idem) *"o que deve nos preocupar é o futuro como alternativa e este supõe a construção de uma utopia, isto é, admitir o que jamais existiu e a busca de sua viabilização..."*

BIBLIOGRAFIA

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. 2ª ed. - São Paulo: Mestre Jou, 1982.
- ARANHA, M. L. de Arruda e MARTINS, M. H. Pires. **Filosofando**: introdução à filosofia. - São Paulo: Moderna, 1986.
- BOCHENSKI, I. M. **A filosofia contemporânea ocidental**. - São Paulo: Herder 1962.
- CARDOSO, Ciro Flamarion S. **Uma introdução à história**. 9ª ed. - São Paulo: Brasiliense, 1992.
- CARVALHO, M. Cecília Maringoni de. A construção do saber científico: algumas posições. In: CARVALHO, M. C. M. de (org.) **Construindo o saber**: técnicas de metodologia científica. - Campinas, SP: Papyrus, 1988, p. 65-94.
- COMTE, Auguste. **Auguste Comte**: sociologia. 2ª ed. - São Paulo: Ática, 1983 (c. Grandes cientistas sociais, 7)
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

- FGV. Instituto de Documentação. **Dicionário de ciências sociais**. 2ª ed. - Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1987.
- HEISENBERG, Werner. **Física e Filosofia** - Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1981 (c. Pensamento Científico, 1).
- KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas** - São Paulo: Perspectiva, 1975.
- LÖWY, Michael. **As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento**. 2ª ed. - São Paulo: Busca Vida, 1988.
- PIMENTEL, Maria da Glória B. **O Professor em Construção** - São Paulo: PUC. Tese de doutoramento, 1992. (mimeo.)
- SANTOS, Milton. Responsabilidade social dos geógrafos. In: SÃO PAULO. Secretaria da Educação. CENP. **Fundamentos para o ensino de geografia**. São Paulo: SE/CENP, 1989, p. 7-13.
- SILVA, L. A. Machado e RIBEIRO, Ana Clara T. Paradigma e movimento social: por onde andam nossas idéias?. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo: AGB, nº 62, 1985, p. 67-87.

NOTAS

(1) Se Comte "negava a necessidade de que os cientistas se referissem a qualquer Filosofia, ao dizer que a ciência é sua própria Filosofia", os neopositivistas "vêem na Filosofia não uma disciplina, mas simplesmente uma atividade desenvolvida no interior do trabalho científico, o qual ela trataria de comprovar pelo controle no seu rigor lógico." (Cardoso 1992, 22)

(2) O filósofo escocês David Hume (1711- 1776) levou às últimas conseqüências os conceitos epistemológicos do empirismo inglês. Seu empirismo radical considerava que todo o conhecimento era fundamentado na experiência sensível e dela o espírito adquire exclusivamente percepções, que podem ser mais fortes e vivas (impressões) ou mais apagadas e fracas (idéias). Apreende-se cada dado da observação isolado um do outro, e o sujeito estabelece conexões entre estes dados mas elas não são produtos da experiência mas do sujeito cognoscente. O fato de um acontecimento vir hoje sempre acompanhado de outro não é garantia que isso ocorrerá no futuro. Por isso que a indução não possui uma base lógica, sendo realizada mais pela força do hábito. Assim, as relações causais são enunciados verbais, não necessariamente verdadeiros, decorrentes de uma inferência

fundada na repetição de fatos contíguos, o que ocasiona a "crença" na causalidade. Por serem baseadas numa série de "crenças" deste tipo, as ciências naturais estão limitadas a probabilidades. Ou seja, é um ceticismo extremo que nega os processos de indução e de causalção, considerados como as bases da ciência empírica. Suas obras mais conhecidas são: *Tratado da Natureza Humana* (1739-40), *Ensaio Morais e Políticos* (1741) e *Investigação sobre o Entendimento Humano* (1751).

(3) "Círculo de Viena" é o nome que se deu a um grupo de cientistas e filósofos que se reuniu, entre 1929 e 1937, em torno de Moritz Schlick (1882-1936), professor da Universidade de Viena. Apresentou-se, com este nome, em 1929, com a publicação do folheto-programa "Concepção científica do mundo. O Círculo de Viena" (*Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis*). "Surgiu com a intenção de investigar até que ponto as teorias, através da análise de sua estrutura lógica, têm probabilidade de ser verdadeiras" e acreditavam "que a lógica, a matemática e as ciências empíricas esgotam o domínio do conhecimento possível" (Aranha e Martins 1988, 161-162). Além de Moritz Schlick, assassinado por um estudante e que se destacou por seus escritos sobre moral, destacaram-se neste período no neopositivismo os alemães Rudolf Carnap (1891-1970), professor de Filosofia em Viena, Praga e Chicago, Hans Reichenbach (1891-1953), professor em Berlim, Istambul e Los Angeles e que mais tarde se desligou do neopositivismo ortodoxo, Otto Neurath (1882-1945), elaborador do conceito de ciência unitária, Hans Hahn (1880-1934), e lógicos matemáticos como Alfred Tarski (1901-) e Karl Popper (1902-1994). E ingleses como Susan L. Stebbing (1885-1943), A. E. Duncan Jones, C. A. Mace, Alfred J. Ayer, John Wisdom e Gilbert Ryle; este talvez tenha sido o filósofo inglês de maior influência no logo após 2ª Guerra Mundial. Na França, foram poucos os filósofos de destaque.

(4) Bertrand Russell (1872-1970), matemático, filósofo e sociólogo nascido em Pais de Gales, é um dos representantes do neorealismo inglês. Pacifista, sempre se posicionava ostensivamente contra as guerras, o militarismo, o colonialismo e as discriminações raciais. Como filósofo, pesquisava as origens da matemática e da lógica, preocupado em formular uma "teoria do pensamento". Sua obra considerada principal é "Princípios Matemáticos" (*Principia Mathematica*, 1910-1913), escrita com a colaboração do inglês Alfred North Whitehead (1861-1947), um dos fundadores da chamada lógica matemática e da filosofia neorealista inglesa.

(5) Embora pareçam não admitir que "a investigação científica tivesse início com a observação de casos particulares, a partir dos quais inferir-se-ia uma hipótese geral. (...) admitiam que a indução era o método adequado para se fundamentar ou justificar uma hipótese ou suposta lei geral. (...) o método indutivo era usado, então, não para descobrir hipóteses, mas, uma vez de posse de uma hipótese, tratava-se de confirmá-la indutivamente" (Carvalho 1988, 89).

(6) Por exemplo, usando letras para indicar as variáveis proposicionais - aquelas que não podem ser legitimamente substituídas a não ser por proposições - e sinais para designar os conectivos. Para indicar as variáveis proposicionais faz uso de letras como p , q , r , p_1 , q_1 , r_1 etc., e para os conectivos sinais como "~" ou "¬" (negação: "não é certo que"), "V" (soma lógica: "ou então também") "∧" ou "∩" ou "&" (produto lógico = "e"), "⊃" ou "→" (implicação: "se então....."), "≡" ou "↔" (equivalência: "então e só então, quando"), "I" ("não ao mesmo tempo") etc. Aranha e Martins (1986, 106) citam um exemplo a partir do seguinte silogismo: "O país está em guerra ou a situação externa é calma. O país não

está em guerra. Logo, a situação externa é calma. " Este argumento poderia ser assim simbolizado: $p \vee q$

$$\begin{array}{l} \neg P \\ \hline \therefore \neg q \end{array}$$

O fato da lógica matemática servir-se de símbolos semelhantes ao da matemática não significa que possuam os mesmos significados. Assim, o "=" de " $x=y$ " não significa igualdade quantitativa mas sim identidade, que é uma relação não matemática.

(7) "Semeíon, ou", em grego significa "sinal". Na Antigüidade era usada no sentido de estudo dos sintomas em medicina, de sintomatologia, tendo como sinônimo semiologia (que hoje é usado no sentido de ciência das linguagens sociais, ou seja, dos signos e/ou sistemas de sinais, utilizados em comunicação, como, p.ex., o código de trânsito, onde um repertório de significantes - luzes verde, amarela e vermelha - serve de suporte a um repertório de significados - siga, atenção, pare). Também já foi usado significando "a arte de comandar manobras militares por meio de sinais e não da voz" (téchne semeiotiké: a arte dos sinais). Locke propôs o termo para indicar a "doutrina dos sinais, correspondente à lógica tradicional". No século XX passou a ser concebida como a teoria do "comportamento signico" (i.é., dos sinais), dividida em três dimensões: semântica- relação entre os sinais e os objetos a que se referem; é a interpretação dos signos -, sintática- relação formal dos signos entre si - e pragmática -a relação dos sinais com os intérpretes, ou seja, a sua expressão por um sujeito.

(8) Sua obra de maior influência é "A lógica da pesquisa científica" (Logik der Forschung), publicada nos meados da década de 30.

(9) Albert Einstein (1879-1955), físico de origem alemã que, em virtude do nazismo, se radicou nos EUA e se naturalizou, em 1940, estadunidense. Pacifista convicto, lutou pela proscricção das armas nucleares ou, pelo menos, pelo seu controle por órgãos internacionais. Em 1921, recebeu o Prêmio Nobel de Física. Em seus estudos sobre o efeito foto-elétrico adotou, para explicá-lo, a hipótese quântica de Planck, concebendo a luz como constituída de pequenos corpúsculos (fotons) que possuem um quantum de energia. Em 1905 lançou os fundamentos de sua teoria da relatividade, onde demonstra a equivalência entre massa e energia.

(10) Quando físicos que adotam esta teoria afirmam que o espaço ocupado pelo Universo é finito, não é no sentido de que ele termina em determinado lugar mas sim que é um "universo fechado": em qualquer direção que se siga, acaba-se retornando ao ponto de partida.

(11) Niels Bohr (1885-1962), físico dinamarquês, foi diretor do Instituto de Física Teórica de Copenhague (1921), trabalhou nos EUA durante a 2ª Guerra Mundial, retomando à Dinamarca em 1945. Recebeu o prêmio Nobel de Física em 1922.

(12) O nome complementaridade teve como "inspiração" a geometria, na qual dois ângulos cuja soma é igual a um ângulo reto são considerados complementares. Os conceitos de onda e corpúsculo são complementares na descrição de fenômenos óticos para a mecânica quântica.

(13) Físico alemão (1901-1976), considerado como um dos pais do modelo normalmente aceito de estrutura atômica e um dos expoentes da chamada Mecânica Quântica ou Mecânica das Matrizes. Recebeu o prêmio Nobel de Física em 1932.

(14) Causalidade passa a ter outro significado. "Quando fazemos uma experiência, temos que admitir a existência de uma cadeia causal de eventos que, partindo do evento atômico,

passa através do equipamento experimental e que, por fim, chega, por assim dizer, ao olho do observador; não fosse causal essa cadeia, nada se poderia saber sobre o evento atômico" (Heisenberg 1981, 49). Mas para Heisenberg essa causalidade tem uma aplicabilidade limitada.

(15) *"A teoria da relatividade restrita está ligada a uma constante universal da Natureza, a velocidade da luz. (...) A teoria quântica, por sua vez, está vinculada a uma outra constante universal da natureza: o quantum de ação de Planck"* (Heisenberg 1981, 99). O físico alemão Max Planck (1858-1947), prêmio Nobel de Física de 1918, é considerado o descobridor do quantum de ação apresentado em 1900. Quantum (plural: quanta), de modo simplificado, é a quantidade elementar que compõe um sistema de corpúsculos, é toda quantidade física indivisível. Planck apresentou a tese de que a radiação não ocorre num fluxo contínuo mas em descontínuos pacotes de energia - ou quanta: a quantidade total de energia (o número de quanta) seria maior quanto menor fosse o comprimento de onda da radiação. Criada para explicar as leis da radiação, a teoria dos quanta tornou possível uma nova era na microfísica.

(16) O livro "Física e Filosofia", de Heisenberg, foi publicado pela primeira vez em 1959 e "A estrutura das revoluções científicas", de Kuhn, em 1962.

(17) Este livro foi publicado pela primeira vez em 1962 - no Brasil, treze anos depois. Thomas Kuhn era um estudante de pós-graduação de Física Teórica, que foi para a área de História da Ciência e passou a ser professor desta disciplina. O texto foi feito originalmente para ser publicado, como ensaio, na Encyclopedia of Unified Science; porém, em virtude do seu tamanho, foi transformado em livro.

(18) A palavra paradigma já era usada por Platão significando modelo - paradigma é "o mundo dos seres eternos, do qual o mundo sensível é a imagem" (Abbagnano 1982, 712) - ou para Aristóteles, na Lógica, significando exemplo - "paradigma é uma indução aparente ou retórica, que parte de um enunciado geral em que a primeira premissa é generalizada." (Id., 337)

(19) Kuhn chama de quebra-cabeça "aquela categoria particular de problemas que servem para testar nossa engenhosidade ou habilidade na resolução de problemas. (...) Os problemas realmente importantes não são em geral quebra-cabeças (veja-se o exemplo da cura do câncer ou o estabelecimento de uma paz duradoura), em grande parte porque não tenham nenhuma solução possível" (1975, 59-60) "Para ser classificado como quebra-cabeça, não basta a um problema possuir uma solução assegurada. Deve obedecer a regras que limitam tanto a natureza das soluções aceitáveis como os passos necessários para obtê-las" (Id., 61) Entende por regra o "ponto de vista estabelecido", a "concepção prévia", que deriva do paradigma adotado: quando as regras existentes fracassam há a crise, a busca de novas regras e, normalmente, o surgimento de um novo paradigma.

(20) O modo como Kuhn caracteriza a crise se assemelha com a concepção de ciência elaborada por Popper (problemas, hipóteses, refutação etc.). É ainda interessante observar que a crise não é um resultado de um processo histórico-social mas de uma decisão da esotérica comunidade científica. E na solução da mesma, valoriza mais a intuição que a racionalidade.

(21) Embora faça distinção entre a descoberta e a invenção, entre fato e teoria, Kuhn diz que esta distinção é artificial (1975, 78). Mas é interessante a observação feita por ele de

que, na maioria das vezes, as pessoas que realizam *"essas invenções fundamentais são muito jovens ou estão há pouco tempo na área de estudos cujo paradigma modificam. (...) sendo pouco comprometidos com as regras tradicionais da ciência normal em razão de sua limitada prática científica anterior, têm grandes possibilidades de perceber que tais regras não mais definem alternativas viáveis e de conceber um outro conjunto que possa substituí-las"*. (Id., 122)

(22) Também para Popper a ciência tem origem em problemas - e não na simples observação -, mas esses problemas derivam de nossos erros, da tensão entre conhecimento e ignorância.

(23) Aqui outra discordância em relação ao Positivismo Lógico, cuja visão de ciência é acumulativa.

(24) Difere também do positivismo ao aceitar a idéia de que cada ciência possui um paradigma, um método próprio. O positivismo clássico defende a existência de um único método de interpretação, comum a todas as ciências, naturais e sociais. Outrossim não aceita a existência de leis *"objetivas", verificáveis em todo o universo, consentidoras da previsão dos mesmos fatos no futuro, pois "a nova teoria bem sucedida deve, em algum ponto, permitir predições diferentes daquelas derivadas de sua predecessora. Essa diferença não poderia ocorrer se as duas teorias fossem logicamente compatíveis"* (Kuhn 1975, 131). *Reconhece ainda que "estímulos muito diferentes podem produzir a mesma sensação: o mesmo estímulo pode produzir sensações muito diferentes; e, finalmente, o caminho que leva do estímulo à sensação é parcialmente determinado pela educação. Indivíduos criados em sociedades diferentes comportam-se, em algumas ocasiões, como se vissem coisas diferentes"*. (Id., 238)

(25) Um estudante que deseja tomar-se membro de uma determinada comunidade científica deve estudar o paradigma da mesma. Ou seja, a ciência normal - o paradigma em atividade - é o caminho para se entrar no grupo.

(26) Thomas Kuhn (1975, 75-76) faz uma breve ilustração da especialização através de um exemplo. Uma pessoa, interessada na teoria atômica, perguntou a um químico e a um físico eminentes se um único átomo de hélio era uma molécula ou não. O químico respondeu que era, pois do ponto de vista da cinética dos gases, ele se comportava como uma molécula. Já o físico afirmou que não pois não apresentava um espectro molecular. Ambos falaram da mesma partícula mas a partir de suas formações e práticas de pesquisa, de seus diferentes paradigmas. É o paradigma que informa que entidades a natureza contém ou não e como elas se comportam.

(27) Um exemplo citado (Kuhn 1975, 31) é o ensino do que é luz nos manuais de Física. No século XVIII ela era composta de corpúsculos da matéria, explicação proporcionada pelo paradigma, pelo padrão estabelecido pela "Óptica" newtoniana. No século XIX a luz era um movimento ondulatório transversal (com base nos modelos de Young e Fresnel). No século XX, a partir dos estudos de Planck, Einstein e outros, os manuais ensinam que *"a luz é composta de fótons, isto é, entidades quântico-mecânicas que exibem algumas características de ondas e outras de partículas."*

(28) O princípio de ação e reação é a chamada 3a. lei de Newton, que pode ser assim simplificada: sempre que dois corpos interagem, as forças exercidas são mútuas, com a mesma intensidade e direção mas em sentidos opostos; se A exerce força em B, B exerce a mesma força em A.