

JC010 – Filosofia da Ciência – 1º semestre de 2020**Prof. Silvio S. Chibeni*****Tarefa 8 – Compilação de algumas das respostas dos alunos (com pequenas modificações pelo professor)*****Student 1****Questão 1**

a) Apesar do objetivo de Thomas Kuhn na seção II não ser propor um critério de demarcação para a ciência, o autor parece sugerir em duas passagens de maneira não intencional um critério de demarcação. Primeiramente, ao descrever a situação do debate sobre a natureza da luz antes do aparecimento da teoria corpuscular proposta por Newton, Kuhn afirma que, apesar de todos os defensores das diversas teorias sobre o assunto no período serem, de fato, cientistas, a área ainda era “algo menos do que ciência”:

Yet anyone examining a survey of physical optics before Newton may well conclude, that though the field’s practitioners were scientists, the net result of their activity was something less than science. Being able to take no common body of belief for granted, each writer on physical optics felt forced to build his field anew from its foundations. In doing so, his choice of supporting observation and experiment was relatively free, for there was no standard set of methods or of phenomena that every writer felt forced to employ and explain (KUHN, 1996, p. 13)

Em seguida, Kuhn trata no final da seção das diferentes teorias sobre a eletricidade no século XVIII. Segundo Kuhn, somente entre 1740 e 1780 os cientistas que trabalhavam sobre o tema “had, that is, achieved a paradigm that proved able to guide the whole group’s research. Except with the advantage of hindsight, it is hard to find another criterion that so clearly proclaims a field a science”(KUHN, 1996, p. 22).

Com base nessas passagens, podemos dizer que, na visão de Kuhn, o critério de demarcação entre uma área do conhecimento propriamente científica e uma área não científica seria a presença de um paradigma aceito pelos praticantes de uma ciência. Esse paradigma determina os problemas ou fenômenos que deverão ser investigados e os métodos de investigação que serão empregados pelos praticantes dessa ciência. Tendo isso em vista, Kuhn afirma que “[e]ver since prehistoric antiquity one field of study after another has crossed the divide between what the historian might call its prehistory and its history proper”(KUHN, 1996, p. 21). A pré-história de uma ciência seria, nesse caso, a sua fase *pré-paradigmática*, na qual não há um paradigma aceito pelos seus praticantes que determine as

suas atividades. A história de uma ciência começaria, propriamente, no momento em que ela adquire um paradigma.

b) Segundo Hempel, a concepção *indutivista estrita* considera que o processo de investigação científica poderia ser dividido em quatro etapas. Dentre elas, as duas primeiras etapas consistiriam na observação e registro de todos os fatos e na posterior classificação e análise das informações sobre os fatos observados. Segundo Hempel, nessas duas etapas a concepção indutivista pressupõe que o cientista não fará uso “of any guesses or hypothesis as to how the observed facts might be interconnected” (HEMPEL, 1964, p. 201). Tendo isso em vista, a maneira pela qual a concepção indutivista estrita concebe o modo pelo qual uma investigação científica é realizada é bastante diferente do modo pelo qual Kuhn a concebe. Kuhn considera que nenhum conjunto de experimentos ou observações “can be interpreted in the absence of at least some implicit body of intertwined theoretical and methodological belief that permits selection, evaluation, and criticism” (KUHN, 1996, p. 17). Para Kuhn, o paradigma teórico de uma ciência determina quais fenômenos devem ser estudados e a maneira como eles devem ser analisados. Na ausência de um tal paradigma, Kuhn argumenta que a escolha de quais experimentos e observações devem ser realizados se torna uma atividade aleatória, pois “all of the facts that could possibly pertain to the development of a given science are likely to seem equally relevant” (KUHN, 1996, p. 15). Como consequência, Kuhn argumenta que apesar de os trabalhos resultantes desse tipo de pesquisa que não é norteados por um paradigma serem extremamente relevantes nos estágios iniciais de desenvolvimento de uma ciência “one somehow hesitates to call the literature that results as scientific” (KUHN, 1996, p. 16). Portanto, a investigação científica tal como concebida pela teoria indutivista estrita seria, na visão de Kuhn, uma forma de investigação não científica e que caracterizaria {sob certos aspectos, mas não todos} o momento anterior ao estabelecimento de um paradigma em uma ciência.

Tendo como ponto de partida a premissa de que seria possível estabelecer de maneira conclusiva apenas a falsidade de uma hipótese, mas nunca a sua verdade, Karl Popper defende que uma teoria ou hipótese deve ser considerada científica apenas quando ela pode ser falseada a partir da experiência. Mais precisamente, Popper defende que “it must be possible for an empirical scientific system to be refuted by experience” (POPPER, 2003, p.18). Como consequência, Popper considera que o trabalho de um cientista ao realizar experimentos e observações não consiste na procura de evidências que demonstrem que uma hipótese é verdadeira, mas sim na tentativa de estabelecer que a hipótese em questão é falsa {para que,

se for refutada, dar lugar a outra melhor. Somente teorias que possam, em princípio, ser refutadas são genuinamente científicas}. Assim, quando um experimento apresenta um resultado desfavorável a uma hipótese, ela é imediatamente abandonada e substituída por outra. Esses fatos nos mostram que a maneira pela qual Popper concebe a ciência é bastante diferente do modo pelo qual Kuhn a concebe. Primeiramente, Kuhn considera que a prática normal da ciência ou a ciência normal consiste em “an attempt to force nature into the preformed and relatively inflexible box that the paradigm supplies” (KUHN, 1996, p. 24). Ao contrário de Popper, Kuhn argumenta que a maior parte da pesquisa científica tem como objetivo não falsear uma teoria ou hipótese, mas sim fazer com que os fatos ou os fenômenos naturais se adequem a aquilo que o paradigma teórico determina. Além disso, Kuhn considera que um paradigma científico não só determina quais são os resultados adequados ou aceitáveis de um experimento, mas também que “the project whose outcome does not fall in that narrower range is usually just a research failure, one which reflects not on nature but on the scientists” (KUHN, 1996, p. 35). Diferentemente de Popper, Kuhn considera que quando um experimento ou observação gera um resultado que seria incompatível com o paradigma de uma ciência, na maior parte dos casos esse resultado é interpretado como um produto de um erro cometido pelo cientista e o paradigma não é imediatamente descartado.

Questão 2.

a) A fim de explicar o que seria um paradigma na ciência, Kuhn realiza uma comparação entre o que seria esse tipo de paradigma e o que seria um paradigma gramatical. Segundo Kuhn, diferentemente de um paradigma gramatical, o qual consistiria em um padrão ou modelo que deveria ser apenas reproduzido, um paradigma na ciência seria similar a “an accepted judicial decision in the common law, it is an object for further articulation and specification under new or more stringent conditions” (KUHN, 1996, p. 23). Na visão de Kuhn, um *paradigma* em uma ciência seria uma realização científica {exemplar} (constituída, segundo Kuhn, de teorias, leis, experimentos, etc) aceita por uma dada comunidade científica não devido ao fato de ela ser capaz de explicar toda uma classe de fenômenos, mas pelo seu aparente *potencial* de explicá-los que seria explicitado pelos poucos exemplos aos quais o paradigma se refere diretamente. Isso ocorre, pois quando um paradigma é inicialmente apresentado, ele se encontra, na maior parte dos casos, em uma forma não muito clara e devidamente desenvolvida.

Tendo isso em vista, Kuhn argumenta que a *ciência normal* consiste na realização de um conjunto de atividades cujo objetivo seria promover a *atualização* desse potencial do

paradigma. Mais precisamente, Kuhn argumenta que a ciência normal consiste em “an attempt to force nature into the preformed and relatively inflexible box that the paradigm supplies” (KUHN, 1996, p. 24). Na visão de Kuhn, a ciência normal consiste na realização de um conjunto de atividades que tem como fim fazer com que a natureza se adeque aquilo que o paradigma determina. Essas atividades consistem em (1) expandir o nosso conhecimento sobre os fatos que o paradigma determina como especialmente relevantes para a explicação dos fenômenos; (2) fazer com que os resultados obtidos através de experimentos e observações correspondam às previsões geradas a partir do paradigma; e (3) promover a reformulação do paradigma, de tal modo a torná-lo mais preciso e claro.

b) Kuhn considera que haveria três focos de pesquisa factual na ciência. O primeiro foco seria “the class of facts the paradigm has shown to be particularly revealing of the nature of things” (KUHN, 1996, p. 25), ou seja, a coleta de dados sobre os fenômenos que o paradigma determina como especialmente relevantes para a compreensão da realidade. O segundo foco seria o conjunto dos fatos que “though often without much intrinsic interest, can be compared directly with predictions from the paradigm theory” (KUHN, 1996, p. 26), ou seja, a coleta de dados sobre fenômenos que poderiam ser comparados diretamente com as previsões inferidas a partir do paradigma teórico. Por fim, o terceiro foco consistiria no “empirical work undertaken to articulate the paradigm theory, resolving some of its residual ambiguities and permitting the solution of problems which it had previously only drawn attention” (KUHN, 1996, p. 27), ou seja, na realização de experimentos ou observações com o objetivo de promover a reformulação do paradigma teórico em questão, eliminando algumas das suas ambiguidades e tornando possível a aplicação do paradigma a problemas cuja aplicação não era inicialmente clara.

c) Kuhn argumenta que haveria, de fato, uma distinção similar no caso da investigação de problemas teóricos. Primeiro, Kuhn argumenta que uma parte relevante do trabalho teórico na ciência consiste na inferência de previsões a partir de uma teoria “not because they are intrinsically valuable, but because they can be confronted directly with experiment” (KUHN, 1996, p.30). Segundo Kuhn, essas previsões teriam como objetivo apresentar uma nova aplicação da teoria ou tornar mais precisa uma aplicação já conhecida da teoria. Segundo, Kuhn argumenta que parte do trabalho realizado por um cientista consiste na realização de manipulações com o paradigma teórico com o objetivo de fazer com que os resultados obtidos a partir de experimentos e observações se adequem as previsões inferidas a partir dele. Kuhn argumenta, por exemplo, que “Euler, Lagrange, Laplace, and Gauss all did some of their most brilliant work on problems aimed to improve the match between Newton’s paradigm and

observations of the heavens” (KUHN, 1996, p. 32). Segundo Kuhn, na maior parte dos casos na ciência, as previsões geradas a partir de um paradigma teórico inicialmente não são estritamente compatíveis com os resultados obtidos a partir de experimentos ou observações. Essas previsões só se tornam compatíveis com as informações empíricas quando são feitas uma série de alterações no paradigma teórico e, mesmo nesses casos, essa compatibilidade é apenas aproximada. Por fim, Kuhn argumenta também que uma parte relevante do trabalho teórico de um cientista consiste na re-articulação ou reformulação de um paradigma teórico, a fim de torná-lo mais claro, preciso e tornar possível a sua aplicação a outros problemas para os quais não é claro inicialmente como o paradigma deve ser aplicado.

Questão 3

a) Na visão de Kuhn, três características fundamentais da pesquisa científica a tornam similar a resolução de quebra-cabeças. Em primeiro lugar, Kuhn argumenta que na medida em que a maior parte dos resultados que serão obtidos a partir de uma pesquisa ou experimento já são conhecidos previamente pelo cientista, aquilo que o motiva a realizar a sua pesquisa, assim como na resolução de um quebra-cabeça, não é a obtenção dos resultados propriamente, mas sim descobrir a maneira pela qual esses resultados podem ser obtidos. Segundo Kuhn, apesar dos resultados de uma pesquisa ou experimento já serem conhecidos “often in detail so great that what remains to be know is itself uninteresting, the way to achieve that outcome remains very much in doubt” (KUHN, 1996, p. 36). A fim de obter os resultados determinados pelo paradigma, Kuhn afirma que é preciso solucionar uma série de problemas de ordem teórica, conceitual e instrumental e que é a resolução desses problemas que, em certo sentido, motivaria o cientista. Em segundo lugar, Kuhn argumenta que assim como todo quebra-cabeças possui ao menos uma solução e que essa solução não precisa, necessariamente, ser particularmente relevante ou importante para nós, ao adquirir um paradigma uma ciência adquire “a criterion for choosing problems that, while the paradigm is taken for granted, can be assumed to have solutions” (KUHN, 1996, p. 38). O paradigma teórico de uma ciência determina, segundo Kuhn, não só aqueles problemas que um cientista deve investigar, mas também que esses problemas podem ser solucionados, enquanto o paradigma em questão se mantiver em vigor. Por fim, Kuhn argumenta que, ao admitirmos uma significação bastante ampla do termo ‘regras’, assim como há uma série de regras que determinam quais são as possíveis soluções de um quebra-cabeça e de que maneira elas deveriam ser encontradas, em toda ciência haveria uma série de pressuposições ou regras compartilhadas pelos seus

praticantes que determinariam quais são as soluções aceitáveis para um dado problema e de que maneira essas soluções poderiam ser determinadas.

b) Na visão de Kuhn, a analogia entre a resolução de problemas na ciência e a resolução de quebra-cabeças seria limitada, pois “[t]hough there are rules to which all the practitioners of a scientific specialty adhere at a given time, those rules may not by themselves specify all that the practice of those specialists has in common” (KUHN, 1996, p. 42). Para Kuhn, as regras ou pressupostos que determinam as práticas de um grupo de cientistas não especificam todas as características da sua atividade científica. Por essa razão, Kuhn afirma que no início da obra ele teria introduzido “shared paradigms rather than shared rules or assumptions, and points of view as the source of coherence for normal research traditions. Rules, I suggest, derive from paradigms, but paradigms can guide research even in the absence of rules” (KUHN, 1996, p. 42). Em outras palavras, Kuhn considera que, em última análise, o paradigma de uma ciência é que determinaria, de fato, como ela deve ser praticada e que, quando há regras ou pressuposições que desempenham essa mesma função, elas seriam apenas consequências inferidas a partir do paradigma.

Bibliografia:

HEMPEL, C. *The Philosophy of Natural Science*. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.

KUHN, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. 3º ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

POPPER, K. *The Logic Of Scientific Discovery*. London & New York: Routledge, 2003.

Student 2

1a) Para Kuhn, uma área de pesquisa torna-se científica (“ciência normal”, em seus termos) quando adquire um *paradigma*. Ele diz:

‘normal science’ means research firmly based upon one or more past scientific achievements, achievements that some scientific community acknowledges for a time as supplying the foundation for its further practice. (p. 10)

O conceito de *paradigma* só será devidamente explicado por Kuhn nos próximos capítulos, mas uma aproximação pode ser feita: um paradigma é uma teoria sobre um determinado domínio de conhecimento que provê um conjunto de fatos fundacional, e que é reconhecida pela comunidade científica como superior às teorias adversárias. A partir do estabelecimento de um paradigma, a comunidade científica pode determinar quais fatos são de interesse para a uma ciência específica, quais métodos são aceitos, que tipo de

experimentos são adequados, etc. Kuhn diz: “Acquisition of a paradigm and of the more esoteric type of research it permits is a sign of maturity in the development of any given scientific field” (p. 11). {Tem um trecho ainda mais explícito acerca da demarcação no fim do último parágrafo da seção: “Except with the advantage of hindsight, it is hard to find another criterion that so clearly proclaims a field a science.”} Em suma, o critério de demarcação de Kuhn entre ciência e não-ciência é a presença ou não de um paradigma.

1b) O critério indutivista de demarcação propõe que um uma área de conhecimento é científica quando suas leis e princípios gerais são formulados indutivamente a partir da observação, análise e catalogação de todos os fatos relevantes. Quando se pode, a partir da generalização, inferir indutivamente leis naturais que resistem a novas descobertas e que são compatíveis com novas generalização, então cria-se uma *teoria científica* a respeito de tal área de conhecimento.¹ Em linha com a crítica de Hempel, a proposta de demarcação kuhniana também mostra a incoerência de se propor a análise dos fatos *relevantes* sem que se tenha qualquer hipótese que oriente a seleção desses fatos. Ele diz:

In the absence of a paradigm or some candidate for paradigm, all of the facts that could possibly pertain to the development of a given science are likely to seem equally relevant. As a result, early fact-gathering is a far more nearly random activity than the one that subsequent scientific development makes familiar. (p. 15)

Only very occasionally, as in the cases of ancient statics, dynamics, and geometrical optics, do facts collected with so little guidance from the pre-established theory speak with sufficient clarity to permit the emergence of a first paradigm (p. 16)

Segundo o critério *falseacionista* de demarcação, uma área de conhecimento é científica quando suas hipóteses podem ser refutadas por meio de evidências contrárias. Esse critério é discutido, por exemplo, nas notas de aula do professor intituladas “O que é ciência” e “Algumas observações sobre o método científico”. Destas últimas, destaco o seguinte trecho (seção 6):

É apropriado neste ponto retomar brevemente a questão da demarcação. Como a demarcação entre ciência não-ciência, ou pseudo-ciência, não pode ser feita com base na existência de um procedimento que garanta infalivelmente a verdade das proposições científicas, Popper propôs que o que diferencia a ciência é a *falseabilidade* de suas proposições básicas, ou seja, o poderem *em princípio* ser refutadas pela experiência. É claro que as hipóteses e teorias de fato aceitas num dado momento não podem já ter sido refutadas ou falseadas. Mas é importante que sejam falseáveis, pois caso contrário não teriam potenciais pontos de contato com a realidade.

Como mostra Hempel (Seção 3.2, e.g.), um dos problemas desse critério é que uma refutação por meio de evidências contrárias tem a forma de um *modus tollens*. Mas esse tipo de argumento não nos permite identificar se é a hipótese principal ou uma (ou mais) das hipóteses auxiliares que são falsas. Nesse sentido, o critério de Kuhn reconhece a importância

¹ cf. Hempel, 1969, pp. 200-202.

das hipóteses auxiliares, pois um paradigma é composto por inúmeras hipóteses auxiliares à respeito dos experimentos adequados, dos fatos relevantes para determinado experimento, etc. Também é possível que uma determinada evidência *pareça* contradizer o paradigma vigente, mas isso pode ser porque esse paradigma ainda não foi mais extensivamente desenvolvido: “To be accepted as a paradigm, a theory must seem better than its competitors, but it need not, and in fact never does, explain all the facts with which it can be confronted” (p. 17-18).

2a) No capítulo *The Nature of Normal Science*, Kuhn caracteriza o conceito de paradigma científico trazendo à baila o sentido usual do termo: um paradigma é um modelo, representando um padrão. Ele ilustra essa noção com um exemplo de paradigma de conjugação verbal em latim: *amo, amas, amat*. Mas um paradigma científico é um modelo *com restrições*. Isso porque diferentemente do paradigma de conjugação verbal, um paradigma científico não é pensado como um modelo para a *replicação* de exemplos. Um paradigma científico é mais como uma decisão judicial no sistema da *common law* (sistema jurídico de origem inglesa), a qual estabelece uma *norma* que tem de ser aplicada e constantemente desenvolvida, com os devidos ajustes caso a caso, em decisões posteriores. O paradigma estabelece os fundamentos da teoria (fatos relevantes, métodos, padrões) que permitem o desenvolvimento posterior do próprio paradigma. Comparando o sentido mais imediato de ‘paradigma’ com o sentido científico do termo, Kuhn diz:

In this standard application, the paradigm functions by permitting the replication of examples any one of which could in principle serve to replace it. In a science, on the other hand, a paradigm is rarely an object for replication. Instead, like an accepted judicial decision in the common law, it is an object for further articulation and specification under new or more stringent conditions. (p. 23)

Ciência normal, para Kuhn, é justamente o desenvolvimento de pesquisa sob as diretrizes do paradigma estabelecido:

Normal science consists in ... extending the knowledge of those facts that the paradigm displays as particularly revealing, by increasing the extent of the match between those facts and the paradigm’s predictions, and by further articulation of the paradigm itself (p. 24)

2b) Kuhn identifica três focos de pesquisa na ciência normal: 1. a classe de fatos e experimentos que o paradigma mostrou ser fundamental em revelar a “natureza das coisas”. Por serem tão fundamentais para a teoria, os cientistas buscam confirmar esses fatos com crescente precisão e em diferentes situações. Exemplos de fato desse tipo, na física, são a condutividade elétrica dos materiais, comprimento de ondas, etc. Em passagem interessante, Kuhn diz:

From Tycho Brahe to E. O. Lawrence, some scientists have acquired great reputations, not from any novelty of their discoveries, but from the precision, reliability, and scope of the methods they develop for *the redetermination of a previously known sort of fact* (p. 26, minha ênfase)

2. a classe dos fatos e experimentos que podem ser comparadas diretamente com as *previsões* da teoria paradigmática. Aqui entram fatos que, embora previstos pela teoria, não

podem até o momento ser empiricamente comprovados, geralmente devido à falta de tecnologia necessária para sua observação. Kuhn cita como exemplo muitos dos fatos previstos pela teoria da relatividade geral de Einstein, mas que não são fáceis de ser observados. {Um desses fatos foi o desvio da luz de uma estrela quando a luz passa perto do Sol, observado pela equipe de Eddington durante um eclipse solar, em 1919, no Brasil e na África. Outro, que Kuhn não conheceu, foi o recente experimento do laboratório LIGO, que detectou ondas gravitacionais, consequentes ao choque de dois buracos negros.} Kuhn também cita alguns avanços tecnológicos passados que permitiram a observação de fatos previstos:

Special telescopes to demonstrate the Copernican prediction of annual parallax; Atwood's machine, first invented almost a century after the *Principia*, to give the first unequivocal demonstration of Newton's second law; Foucault's apparatus to show that the speed of light is greater in air than in water ... (p. 26)

3. a classe dos fatos e experimentos que servem para corrigir ambiguidades e imprecisões no paradigma. Kuhn considera essa classe a mais importante. Ele cita como exemplos:

... determinations of the astronomical unit, Avogadro's number, Joule's coefficient, the electronic charge, and so on. Few of these elaborate efforts would have been conceived and none would have been carried out without a paradigm theory to define the problem and to guarantee the existence of a stable solution. (p. 28)

2c) Para Kuhn, também a investigação de problemas *teóricos* se enquadra muito bem na classificação acima descrita: "Turn now to the theoretical problems of normal science, which fall into very nearly the same classes as the experimental and observational." (p. 30). Kuhn explica que uma parte da pesquisa em problemas teóricos se volta para a predição (cada vez mais precisa e coerente) de fatos teóricos, cujo conhecimento é intrinsecamente valioso. Há também o ajuste e a manipulação *na teoria* para que seja possível confrontá-la com a experiência com o uso dos métodos e experimentos disponíveis, o que é necessário significativas dificuldades são frequentemente encontradas em criar pontos de contato entre teoria e natureza². Por fim, há a necessidade de se aparar as arestas teóricas de um paradigma. Busca-se dar definições com maior precisão, resolver aparentes inconsistências, prover valores mais precisos para constantes físicas, etc. Kuhn cita como exemplo as reformulações de muitos trechos dos *Principia* de Newton. Os cientistas nesse caso buscam apresentar "a more precise paradigm, obtained by the elimination of ambiguities from the original from which they worked had remained. In many sciences, most normal work is of this sort" (p. 34).

3a) No capítulo *Normal Science as Puzzle-solving*. Kuhn descreve a prática da ciência normal como a de "resolução de quebra-cabeças" (*puzzles*). Kuhn explica que a maioria dos

² "The need for work of this sort arises from the immense difficulties often encountered in developing points of contact between a theory and nature" (p. 30).

resultados científicos individuais não são *groundbreaking*: não são descobertas surpreendentes e inesperadas. De fato, em muitas ocasiões, os cientistas já sabem de antemão qual será (ou qual deve ser) o resultado de uma pesquisa ou de um experimento. A pesquisa científica segue rigorosamente os limites e parâmetros do paradigma estabelecido. Por isso, Kuhn compara a prática da ciência normal com a resolução de quebra-cabeças: assim como em um quebra-cabeça temos que montar a imagem (que já sabemos de antemão qual é) usando as peças disponíveis, o desafio é descobrir como chegar ao resultado que a teoria prevê, e a originalidade e genialidade do cientista se aplicam mais a *como* ele resolve o quebra-cabeça dentro das regras de pesquisa (Kuhn lista quatro tipos de regras: conceituais, teóricas, instrumentais, e metodológicas) definidas pelo paradigma:

Though its outcome can be anticipated, often in detail so great that what remains to be known is itself uninteresting, the way to achieve that outcome remains very much in doubt. Bringing a normal research problem to a conclusion is achieving the anticipated in a new way, and it requires the solution of all sorts of complex instrumental, conceptual, and mathematical puzzles. The man who succeeds proves himself an expert puzzle-solver, and the challenge of the puzzle is an important part of what usually drives him on (p. 36)

3b) A comparação entre a prática da ciência-normal com a solução de *puzzles* tem um limite. Quebra-cabeças tem regras fixas e inalteráveis. Não se pode desenhar de punho próprio uma peça, para que se encaixe em alguma lacuna de difícil solução no tabuleiro do jogo. Kuhn diz:

If it is to classify as a puzzle, a problem must be characterized by more than an assured solution. There must also be rules that limit both the nature of acceptable solution and the steps by which they are to be obtained. (p. 38)

A prática da ciência-normal se desenvolve segundo um paradigma científico, mas paradigmas em geral não podem ser reduzidos a um conjunto de leis e regras explícitas, que possam ser seguidas mecanicamente. {A tal respeito, Kuhn endossará, na primeira nota da seção seguinte, o conceito de “conhecimento tácito”, proposto por Michael Polanyi.} Além disso, em algum momento, para Kuhn, a ciência normal chega a um estágio em que as eventuais regras, padrões e métodos do paradigma vigente não conseguem dar conta de fatos importantes. Essas evidências contrárias à teoria do paradigma geram *anomalias*, as quais se acumulam com o passar do tempo, até um ponto em que esse conjunto de anomalias não pode mais ser ignorado. É tempo, então, de se mudar o paradigma. Mudanças de paradigma devido ao acúmulo de sérias anomalias são chamadas por Kuhn de “revoluções científicas”.

Bibliografia

- Kuhn, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. 3rd Edition. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.
- Hempel, C. *Philosophy of Natural Science*. London: Prentice-Hall, 1969.

