

MATHEUS, Renato Fabiano. **A Estrutura das Revoluções Científicas: resumo crítico detalhado.** ABR/2005. Disponível em: <<http://www.rfmatheus.com.br/doc/revolucaocientificav2.3.pdf>>. Acesso em: <4/6/2006>.

Texto original: Kuhn, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** 7 ed. São Paulo: Perspectiva, 2003. 262 p. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. Título original: *The Structure of Scientific Revolutions*. Data de publicação original: 1969.

## Resumo

No ensaio cujo resumo crítico detalhado é apresentado neste texto, Thomas S. Kuhn discute como as ciências naturais, especialmente a Física, de onde obtém a maioria absoluta dos numerosos exemplos apresentados no livro, atingem o progresso científico.

Kuhn argumenta que os períodos de acumulação gradativa de conhecimento pela comunidade científica, denominados por ele de ciência normal, são interrompidos ou intercalados por períodos da chamada ciência extraordinária, quando os “paradigmas” científicos são questionados e revistos através das “revoluções científicas”. Neste caso, a ciência evolui tanto de forma acumulativa, nos períodos de ciência normal, quanto aos saltos, quando ocorrem as revoluções científicas.

O texto foi originalmente publicado em 1962, sob o Título *The Structure of Scientific Revolution*, sendo que a versão aqui comentada apresenta ainda um posfácio, datado de 1969, quando Kuhn contra-argumenta alguns pontos criticados na versão original. A versão traduzida, tomada como base para o presente texto, foi publicada em 1975.

Os esquemas presentes neste texto são de autoria do autor, e não estão presentes no livro de Kuhn. Todas as idéias originais de Kuhn aparecem entre aspas ou são destacadas explicitamente. Este texto organiza-se por capítulos, seguindo a organização do texto original. Em de cada capítulo são destacados aqueles tópicos mais importantes, iniciados com a expressão “Sobre ...”, e as definições, sendo as últimas marcadas em negrito. Este texto preserva o conjunto das idéias originais de Kuhn. No entanto, também são apresentados alguns comentários críticos, sempre de forma explícita, a fim de não causar mal entendidos em relação à identificação das idéias originais. Além de referências ao texto de Kuhn, são feitas referências adicionais a tópicos e autores, como é o caso de Bacon, Descartes, Popper e Lakatos.

Após a leitura de Kuhn ficam pendentes perguntas sem resposta, como: Quais são as revoluções da Física após o início do século 20? Por que no caso da Física, por exemplo, a física newtoniana ainda está tão presente nos currículos escolares? Como o ensaio de Thomas Kuhn se aplica às ciências sociais, se é que se aplica de alguma forma?

## Glossário

A seguir é apresentada uma lista de termos e expressões cujo significado deve ser entendido a fim de se compreender as questões filosóficas sugeridas por Kuhn (1975). É necessário consultar fontes adicionais (ABBAGNANO, 2003; REALE; ANTISERI, 2003A; 2003B; 2003C) sobre os significados dos termos deste glossário, uma vez que aqui os mesmos são apenas indicados.

(solução) putativa; *Ad nauseam*; Cânone; Critério de demarcação; Desiderato; Deslindar; Epistemologia; Escolástica; Esotérico (cf. exotérico); Espúnia; Exotérico (cf. esotérico); Haurido; Hiato; Idiossincrasia; Inextricável; Laica; Ontologia; Paroquialismo; Pneumático; *Raison d'être*; Recôndito; Saporífero; Solipsismo; Tautologia; Tautológico

## Sobre Thomas Kuhn

Thomas S. Kuhn fez pós-graduação em Física teórica, período durante o qual passou a interessar-se por História da Ciência e Filosofia.

No período que atuou como *Junior Fellow* da *Society of Fellows* da *Harvard University*, Kuhn teve tempo para apreciar mais detidamente as questões relativas à História da Ciência que passaram a interessá-lo, sendo que o livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, que o próprio autor denomina de ensaio, foi concebido neste período.

Algumas datas e experiências citadas por Kuhn:

- Em 1952 Kuhn começou a dar aulas de História da Ciência;
- Entre 1958 e 1959 Kuhn atuou no *Center for Advanced Studies in the Behavioral Sciences*;
- Em fevereiro de 1962, Kuhn publicou *The Structure of Scientific Revolutions*, enquanto atuava na *Berkeley University*, na Califórnia.

# Prefácio

**Definição** de paradigma científico presente no prefácio (outras definições aparecem no livro, sendo que no posfácio Kuhn busca explicar esta questão novamente):

“considero ‘paradigmas’ as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, oferecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 1975, p. 13).

Kuhn sugere um estudo de citações como indicador das revoluções científicas:

Um desses efeitos {de uma revolução científica} – uma alteração na distribuição da literatura técnica citada nas notas de rodapé dos relatórios de pesquisa – deve ser estudado como um índice possível de ocorrência de revoluções. (KUHN, 1975, p. 14)

## Capítulo: Introdução – um papel para a História

Sobre a história das ciências: “Em vez de procurar as contribuições permanentes de uma ciência mais antiga, eles [os ‘novos’ historiadores da ciência] procuram apresentar a integridade histórica daquela ciência, a partir de sua própria época” (KUHN, 1975, p. 22) em contraposição ao “[...] conceito de desenvolvimento por acumulação” (KUHN, 1975, p. 21), através do qual normalmente a ciência é apresentada.

Sobre as revoluções científicas: “As revoluções científicas são os complementos desintegradores da tradição à qual a atividade da ciência normal está ligada”, forçando “[...] a comunidade a rejeitar a teoria científica aceita em favor de uma outra incompatível com aquela”, sendo que “Tais mudanças, juntamente com as controvérsias que quase sempre as acompanham, são características definidoras das revoluções científicas” (KUHN, 1975, p. 25).

Exemplos usados durante todo o livro alguns pesquisadores citados são: Copérnico, Lavoisier, Newton, Einstein, Maxwell. A tabela a seguir resume estes e outros exemplos apresentados ao longo do livro de Kuhn:

**TABELA 1**  
**Exemplos de ciências paradigmáticas usados por Kuhn**

<b>Ciência</b>	<b>Época</b>	<b>Cientista (ou filósofo)</b>	<b>Paradigma</b>
<b>Física</b>	Filósofos gregos e a cultura helênica	Pitágoras	Matemática, discussão crítica e a dialética, filosofia da natureza teoria geocêntrica
		Sócrates e Platão	
		Aristóteles	
		Ptolomeu	
	Renascimento	Francis Bacon	“Grande Instauração”
		René Descartes	“Discurso do Método”
	Revolução copernicana	Ptolomeu X Copérnico, Galileu, Kepler	Teoria heliocêntrica
Revolução na Física Teoria Eletromagnética Física Moderna	Aristóteles X Newton	Maxwell, Lorentz,	<i>Princípios</i> (ou leis) descoberta do raio X
		Fitsgerald	
	Newton X Einstein	Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger	Física Clássica X Teoria Geral da Relatividade Mecânica Quântica
		Scheele, Priestley (1774), Lavoisier	Teoria flogística X Descoberta Oxigênio
<b>Biologia</b>	Biologia Moderna	Charles Darwin	Teoria da Evolução das Espécies

Fonte: R. F. Matheus, a partir da síntese do texto de Kuhn (1975)

Sobre aceitação de novas teorias:

[...] uma nova teoria, por mais particular que seja seu âmbito de aplicação, nunca ou quase nunca é um mero incremento ao que já é conhecido. Sua assimilação requer a reconstrução da teoria precedente e a reavaliação dos fatos anteriores (KUHN, 1975, p. 26)

## Capítulo 1 – A rota para a ciência normal

**Definição** de ciência normal:

“... ‘ciência normal’ significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior.” (KUHN, 1975, p. 29)

Visão esquemática da ciência normal extraída a partir da argumentação de Kuhn: textos clássicos (exm: *Óptica* de Newton) → problemas e métodos → comunidade científica → “paradigmas” → “ciência normal”

Sobre paradigmas científicos compartilhados: “Homens cuja pesquisa está baseada em paradigmas compartilhados estão comprometidos com as mesmas regras e padrões para a prática científica” (KUHN, 1975, p. 30)

Esquema da história da ótica, criado a partir da argumentação de Kuhn sobre a História da “Óptica Física”

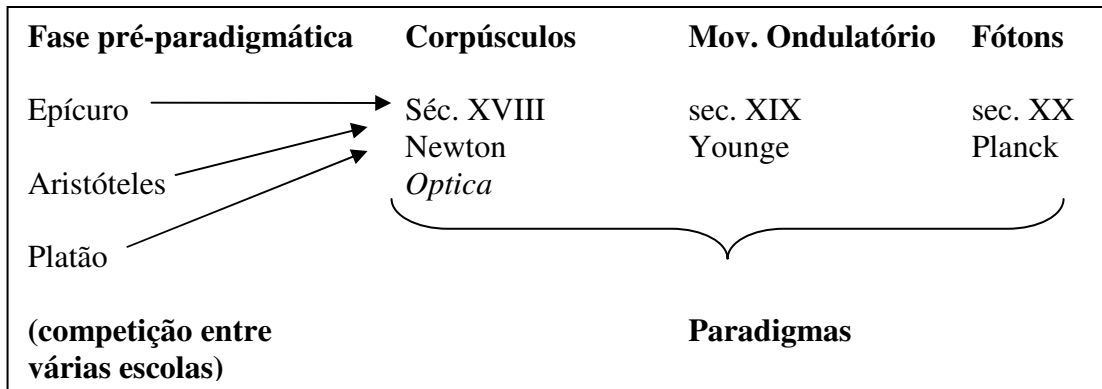


FIGURA 1 – Sobre a história da “Óptica Física”

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn sobre a “Óptica Física” (1975)

Exemplos de formação de paradigmas científicos e fases pré-paradigmáticas: História da pesquisa elétrica da primeira metade do século XVIII até Franklin; Movimento até Aristóteles; Estática até Arquimedes; Calor até Black; Química até Boyle e Boeshaave; Geologia e História até Hutten.

Exceções à existência de uma fase pré-paradigmática para o nascimento de uma nova ciência: Ciências que se formaram na pré-história das ciências, como a Matemática e a Astronomia; Ciências cujo surgimento se deu pela cisão ou combinação de outras especialidades, como a Bioquímica.

Sobre a dificuldade do desenvolvimento científico na ausência de um paradigma:

Na ausência de um paradigma ou de algum candidato a paradigma, todos os fatos que possivelmente são pertinentes ao desenvolvimento de determinada ciência têm probabilidade de parecerem igualmente relevantes (KUHN, 1975, p. 37)

Tecnologia como facilitadora da coleta ordenada de dados: “A tecnologia desempenhou muitas vezes um papel vital no surgimento de novas ciências, já que os ofícios são uma fonte facilmente acessível de fatos que não poderiam ter sido descobertos casualmente” (KUHN, 1975, p. 37; 38)

Sobre Francis Bacon e o critério de demarcação<sup>1</sup> sobre o que é ou não ciência: na concepção de Kuhn, o trabalho de Francis Bacon (1561-1626), apesar de utilizar experimentos, tinha, uma série de

<sup>1</sup> *Demarcation criteria* = “... characteristics that any discipline or field of study must possess in order to qualify as genuine science” (CURD, 1998, p. 2). Ainda em relação ao critério de demarcação, Thomas Bayes propõe a Teoria da Probabilidade, em relação à previsão empírica, aplicada à escolha de paradigmas. Feyerabend, por outro lado, afirma que nenhum critério de demarcação científica é possível, como pode ser lido na frase a seguir: “Feyerabendian anarchists and others who say that no demarcation of science from pseudoscience is possible.” (CURD, 1998, p. 27). A seguinte frase é atribuída a Feyerabend: “My intention is not to replace one set of general rules by another such set: my intention is rather to convince the reader that all methodologies, even the most obvious ones, have their limits.” (BARTLEBY.COM GREAT BOOKS ONLINE, 2003)

problemas, não podendo ser qualificado como ciência, como mostra quando Kuhn comenta que “[...] hesita-se em chamar de ciência a literatura resultante” ou as “histórias baconianas” (KUHN, 1975, p. 36). Segundo Kuhn, os trabalhos de Francis Bacon carecem de um apoio da Matemática, contendo juízos de caráter e opiniões pessoais.

Em contraposição à argumentação de Kuhn, existem argumentos a favor e contra Bacon apresentados no prefácio à obra do autor (BACON, 1999), especialmente de que ele é o “[...] inventor do método experimental” (BACON, 1999, p. 5), ou contrariamente de que “Bacon foi apenas o arauto da ciência, e jamais seu criador” (BACON, 1999, p. 5) e de que “[...] ele [Bacon] nada compreendera de ciência, foi crédulo e totalmente destituído de espírito crítico” (BACON, 1999, p. 5). Por outro lado, “Ele [Bacon] inicia essa reforma [‘científica’] criticando a filosofia anterior [Platão, Aristóteles, escolásticos, alquimistas] por sua esterilidade quanto a resultados práticos para a vida do homem” (BACON, 1999, p. 10). Além disso, Bacon concebeu o projeto, inacabado e imperfeito, da “Grande Instauração” do conhecimento científico, composto das seguintes etapas ou partes: Classificação das ciências (texto: O Progresso do Saber); Princípios e métodos (texto: *Novum Organum*); Coleta de dados (texto: *História Natural*); Exemplos da aplicação do método (sem texto); Lista de generalizações (sem texto); Nova filosofia e axiomas (sem texto).

Ainda no prefácio da obra de Bacon, são apresentadas citações sobre as possíveis teorias da indução, que Bacon (1999) argumenta que pode basear-se na experiência vaga, ou na experiência escriturada, sendo que a última baseia-se em tábuas de investigação, compostas por seu turno de instâncias prerrogativas; gradações ou comparações; ausência ou negação; presença ou afirmação. Sobre os “ídolos”, Bacon (1999) cita os ídolos do teatro, do foro, da caverna, da tribo, presentes nos textos dos autores anteriores que ele critica. Sobre a “forma” dos fenômenos naturais, Bacon (1999) cita a forma esquelética latente e o processo latente.

Segundo o próprio Bacon (1999), “[...] a ciência tem sentido eminentemente prático”, sendo que por um lado “[...] a ciência é a investigação empírica” e por outro “[...] a ciência não é obra individual”.

Retomando os argumentos de Kuhn, sobre omissão de fatos históricos importantes no desenvolvimento da ciência pela história das ciências: “[...] a *História Natural* típica omite com frequência de seus relatos imensamente circunstanciais exatamente aqueles detalhes que cientistas posteriores considerarão fontes de iluminação importantes” (KUHN, 1975, p. 36).

Sobre o triunfo de um paradigma: “As divergências realmente desaparecem em um grau considerável e então, aparentemente, de uma vez por todas”, sendo que “[...] em geral seu desaparecimento é causado pelo triunfo de uma das escolas pré-paradigmáticas” (KUHN, 1975, p. 37)

Sobre motivos para abandonar experimentos e o fato dos paradigmas funcionarem como problemas exemplares a serem resolvidos: “Este [paradigma de Franklin sobre a teoria do fluido elétrico] sugeria as experiências que valeriam a pena ser feitas e as que não tinham interesse, por serem dirigidas a manifestações de eletricidade secundárias ou muito complexas” (KUHN, 1975, p. 38)

Esquema do fluxo de criação e manutenção de paradigmas:

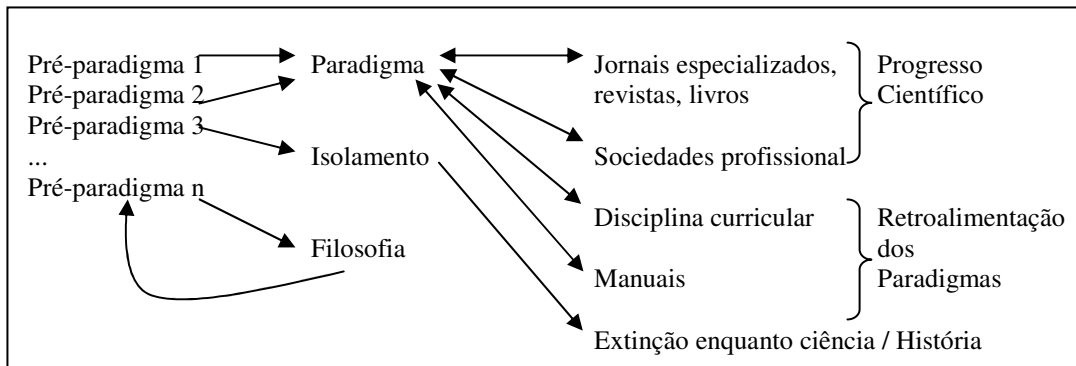


FIGURA 2 – Sobre os paradigmas e as práticas da comunidade científica

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn (1975)

Exemplos de ciências orientadas a problemas, que são exceção à regra de que a ciência define seus objetivos de acordo com paradigmas (com pouco ou nenhuma interação exterior) são a “[...] Medicina, a Tecnologia e o Direito, que têm a sua *raison d’être* numa necessidade social exterior” (KUHN, 1975, p. 39)

Crítica ao livro como veículo para divulgação científica, em contraposição a artigos:

O cientista que escreve um livro tem mais probabilidades de ver sua reputação comprometida do que aumentada [sendo que] É somente naquelas áreas em que o livro, com ou sem artigo, mantém-se como um veículo para a comunicação de pesquisas que as linhas de profissionalização permanecem ainda muito tenuamente traçadas. (KUHN, 1975, p. 40)

## Capítulo 2 – A natureza da ciência normal

**Definição** de ciência normal: “A maioria dos cientistas, durante toda sua carreira, ocupa-se com operações de limpeza [do paradigma estabelecido]. Elas constituem o que chamo de ciência normal” (KUHN, 1975, p. 44), sendo que “A ciência normal não tem como objetivo trazer à tona novas espécies de fenômenos [pois] A pesquisa da ciência normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos como paradigmas” (KUHN, 1975, p. 45).

Revoluções científicas como mecanismo de inovação interno à ciência normal:

A ciência normal possui um mecanismo interno [revoluções científicas] que assegura o relaxamento das restrições que limitam a pesquisa, toda vez que o paradigma do qual

derivam de não funcionar efetivamente [mas] [...] pelo menos parte dessas realizações {da ciência normal} sempre demonstra ser permanente. (KUHN, 1975, p. 45)

Esquema sobre as realizações permanentes que se mantêm após a quebra de paradigmas científicos:

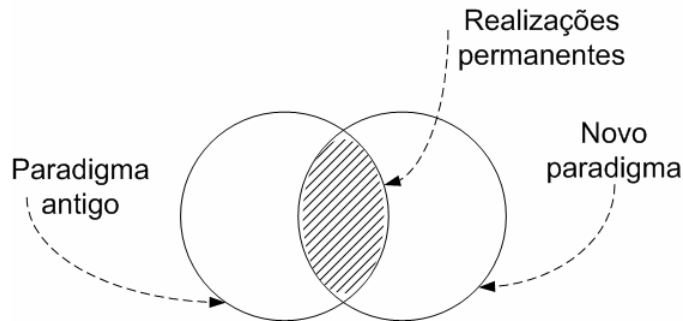


FIGURA 3 – Realizações permanentes que sobrevivem à quebra de paradigmas

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn (1975)

Esquema das atividades desempenhadas pela ciência normal, resumindo as idéias do capítulo:

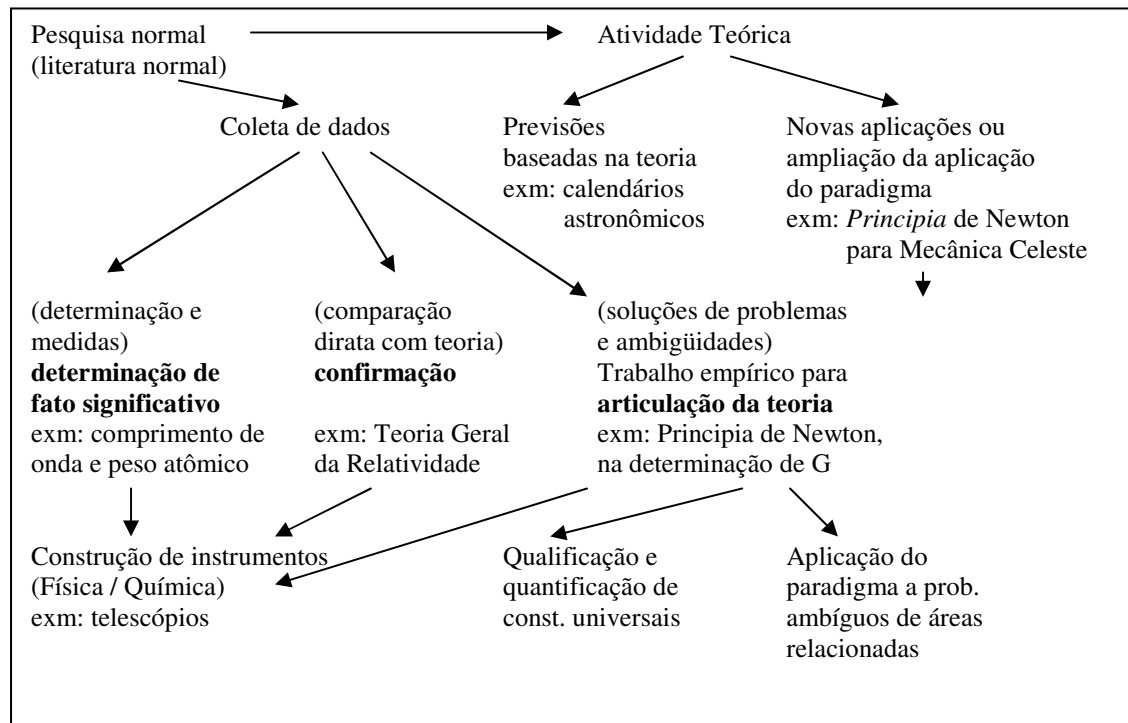


FIGURA 4 – Atividades desempenhadas pela ciência normal

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn (1975)

# Capítulo 3 – A ciência normal como resolução de quebra-cabeças

Kuhn apresenta comentários sobre o trabalho de pesquisa normal como solução de quebra-cabeças (do inglês *puzzle*), ou problemas exemplares, propostos pelo paradigma científico dominante. A ciência normal oferece problemas com solução possível, motivando o pesquisador e evitando problemas muito complexos, metafísicos ou secundários

Sobre interesses da ciência normal: Aumentar alcance e precisão do paradigma; Reduzido interesse em produzir grandes novidades; Minúcia empírica na compreensão da natureza.

Sobre o cientista como perito na solução de quebra-cabeças, ou problemas exemplares oferecidos pelo paradigma científico: A ciência normal oferece problemas com solução possível; Motivação do indivíduo, através do estímulo intelectual; Evita-se problemas muito complexos ou metafísicos.

Sobre regras e paradigmas compartilhados: Métodos; Instrumentos; Teoria; Metafísica, uma vez que existem práticas na comunidade de pesquisa que não são resultado da própria ciência, mas de práticas sociais e conhecimentos exógenos.

Sobre a ciência normal como a busca para solução de quebra-cabeças possíveis: “Uma das razões pelas quais a ciência normal parece progredir tão rapidamente é a de que seus praticantes concentram-se em problemas que somente a sua falta de engenho pode impedir de resolver” (KUHN, 1975, p. 60).

# Capítulo 4 – A prioridade dos paradigmas

Razões da prioridade dos paradigmas em relação às regras formais e explícitas:

1ª. “... grande dificuldade que encontramos para descobrir as regras [originais] que guiaram as tradições específicas da ciência normal” (KUHN, 1975, p. 70)

2ª. A “natureza da educação científica” une teorias e aplicações pedagógicas durante todo o ciclo de aprendizagem, dificultando os futuros pesquisadores a identificarem as regras subjacentes (KUHN, 1975, p. 71)

3ª. “A ciência normal pode avançar sem regras {explícitas} somente enquanto a comunidade científica relevante aceitar sem questões as soluções de problemas específicos já obtidos” (KUHN, 1975, p. 72)

4ª. “As regras explícitas, quando existem, em geral são comuns a um grupo científico bastante amplo – algo que não precisa ocorrer com os paradigmas” (KUHN, 1975, p. 73), sendo que pequenos grupos de estudo com focos diferentes podem ter paradigmas diferentes sobre a mesma disciplina, como efeito da especialização ou diferença de abordagem. A partir desta observação é possível relacionar os

paradigmas de pequenos grupos de pesquisadores a programas de pesquisa. Os paradigmas não são assim válidos para toda uma disciplina.

## Capítulo 5 – A anomalia e a emergência das descobertas científicas

Sobre a acumulação do conhecimento científico na ciência normal: “A ciência normal ... é um empreendimento altamente cumulativo, extremamente bem sucedido no que toca ao seu objetivo, a ampliação do alcance e da precisão do conhecimento científico” (KUHN, 1975, p. 77).

Sobre o fato das descobertas científicas não serem o objetivo da ciência normal, mas sim o progresso e o detalhamento de idéias já estabelecidas: “A ciência normal não se propõe a descobrir novidades no terreno dos fatos ou da teoria; quando é bem sucedida, não as encontra” (KUHN, 1975, p. 77).

Sobre as revoluções científicas como mecanismo interno à ciência normal: “[...] é preciso que a pesquisa orientada por um paradigma seja um meio particularmente eficaz de induzir mudanças nesses mesmos paradigmas que as orientam” (KUHN, 1975, p. 78).

Em relação à origem das mudanças na ciência, Kuhn afirma que as descobertas são “novidades relativas a fatos” (Kuhn, 1975, 78), enquanto as invenções são “novidades concernentes à teoria” (Kuhn, 1975, 78).

Sobre como a precisão, principalmente quantitativa, de um paradigma facilita a identificação de anomalias: “Quanto maiores forem a precisão e o alcance de um paradigma, tanto mais sensível este será como indicador de anomalias e, conseqüentemente, de uma ocasião para a mudança de paradigma” (KUHN, 1975, p. 92).

Comentários, a partir da argumentação de Kuhn, sobre como uma seqüência de anomalias pode levar a revoluções científicas: Primeiramente, toma-se consciência da existência de uma anomalia → Então, ocorre a emergência gradual e simultânea, por vários pesquisadores, nos planos conceituais e práticos da anomalia e suas conseqüências → A partir daí, aumenta a resistência à mudança de paradigma → Gerando então novas teorias candidatas a paradigma.

Alguns exemplos de casos e estudos sobre descobertas de anomalias no desenvolvimento científico e na ocorrência de revoluções: Experiência com cartas de baralhos anômalas, contendo combinações de cores e naipes inválidas, de J. S. Bruner e Leo Postman, em *On the Perception of Incongruity: A Paradigma*; Teoria flogística → C. W. Scheele (possíveis cartas para Lavoisier) → Lavoisier (1772: envelope lacrado com nota para Academia Francesa) → Joseph Priestley (1774) → Lavoisier (1777:

oxigênio); Descoberta do raio X, por acidente, por Roentgen, no período entre 8 e 28 de dezembro de 1895, com realizações em paralelo por Sir William Crookes.

## Capítulo 6 – As crises e a emergência das teorias científicas

Kuhn afirma que a invenção leva à “emergência de novas teorias”, sendo que “O fracasso das regras existentes é o prelúdio para uma busca de novas regras” (KUHN, 1975, p. 95).

Esquema relativo ao Processo de emergência de novas teorias científicas e paradigmas científicos:

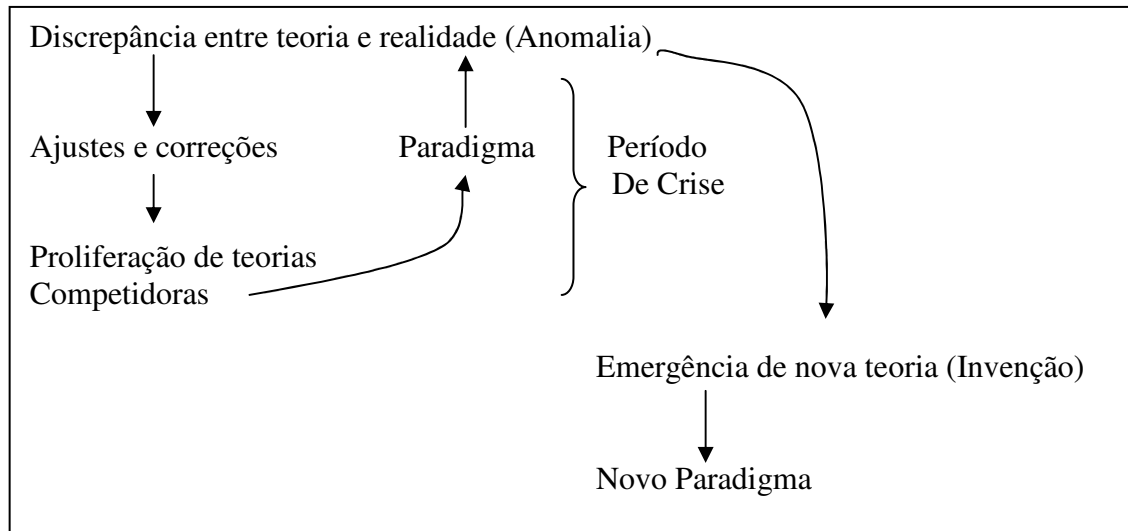


FIGURA 5 – Emergência de novas teorias e paradigmas científicos

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn (1975)

Sintoma da existência de uma crise paradigmática que pode levar a uma revolução científica: “... proliferação de versões de uma mesma teoria é um sintoma muito usual de crise {científica}” (KUHN, 1975, p. 99)

Exemplos de processo de crise e emergências de novas teorias: Filósofos gregos e a cultura helênica: Pitágoras - “... se é que realmente existiu... “ (Abrão, 1999) -, Sócrates e Platão, Aristóteles e Cláudio Ptolomeu, e a Matemática, discussão crítica e a dialética filosofia da natureza e tradição, a teoria geocêntrica; Renascimento, século XVII, XVIII: René Descartes e o Discurso do Método; Revolução copernicana: Ptolomeu X Copérnico, Galileo, Kepler e a astronomia; Revolução na Física: Aristóteles X Newton e os Princípios (ou leis); Revolução na Teoria Eletromagnética final século XIX: Maxwell, descoberta do raio X, Lorentz, Fitzgerald; Revolução Física Moderna, após crise Física do final do século XIX, no início do século XX: Einstein e a Teoria Geral da Relatividade e ainda Mecânica Quântica, por Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger.

Especificamente sobre Descartes, no discurso *Discurso do Método* ele afirma a importância da Matemática, juntamente com 4 preceitos da lógica, para as ciências. Os preceitos são: **duvidar**, **dividir** em parcelas, **elaborar** os pensamentos por ordem de complexidade, **relacionar** de forma metódica. Esses 4 (quatro) preceitos são a base do método científico. Descartes também lista 3 (três) máximas morais, que ele chama de “provisórias”, mais especificamente: respeito ao país e à religião; firmeza e determinação nas ações; em princípio, preferir mudar seus próprios pensamentos a mudar o mundo. Finalmente, tema no qual a fé religiosa de Descartes é marcante, ele lista os princípios da filosofia: ‘eu penso, logo existo’; distinção entre alma e corpo; as coisas concebidas distintamente como verdadeiras, como o primeiro princípio, assim o são; a natureza perfeita de Deus é que garante a perfeição dos demais princípios (DESCARTES, 1999, p. 49).

## Capítulo 7 – A resposta à crise

Sobre a necessidade das crises para o aparecimento de novas teorias: “[...] as crises são uma pré-condição necessária para a emergência de novas teorias [...]” (KUHN, 1975, p. 101), ou seja, a quebra de um paradigma envolve a necessidade de novas teorias para resolver anomalias, que são contra-exemplos à teoria que surgem em suas aplicações ou experimentos empíricos feitos na natureza.

Sobre soluções antecipadas, anomalias e necessidades de crises e revoluções: “[...] uma nova teoria surgiu somente após um fracasso caracterizado na atividade normal de resolução de problemas. Além disso, com exceção de Copérnico [...], o fracasso e a proliferação de teorias que os tornam manifestos ocorreram uma ou duas décadas antes do enunciado da nova teoria”, ou seja, “[...] a solução para cada um deles [dos problemas e anomalias] foi antecipada, pelo menos parcialmente, em um período no qual a ciência correspondente não estava em crise. Tais antecipações foram ignoradas justamente por não haver crise” (KUHN, 1975, p. 103).

Sobre anomalias que não levam a crises de paradigmas: “[...] uma anomalia reconhecida e persistente nem sempre leva a uma crise” (KUHN, 1975, p. 112), por exemplo, como no caso da Teoria de Newton relativa ao movimento lunar que foi resolvida por avanços na Matemática, além de outros exemplos similares nos campos do calor e da Teoria Geral da Relatividade.

Sobre a necessidade de novas teorias para resolver crises paradigmáticas: devido à crise da Física na época, a Teoria dos Quanta, de Heisenberg, foi descrita por Wolfgang Pauli, como tendo-lhe devolvido a “[...] esperança e a alegria de viver” (KUHN, 1975, p. 115).

Sobre a comparação entre períodos de revolução e períodos pré-paradigmáticos: “[...] a pesquisa dos períodos de crise assemelha-se muito à pesquisa pré-paradigmática, com a diferença de que no primeiro caso o ponto de divergência é menor e menos claramente definido” (KUHN, 1975, p. 115)

Sobre a solução das crises científicas ou o fim das crises paradigmáticas: “As crises podem terminar de três maneiras”: 1ª. “[...] a ciência normal acaba revelando-se capaz de tratar o problema [...]”; 2ª. “O problema recebe então um rótulo e é posto de lado para ser resolvido por uma futura geração que disponha de instrumentos mais elaborados”; 3ª. “[...] emergência de um novo candidato a paradigma e com a subsequente escolha por sua aceitação” (KUHN, 1975, p. 115). No último caso, segundo Kuhn, processa-se também a alteração da teoria, dos métodos e das aplicações envolvidas, como parte do processo revolucionário.

Kuhn faz um paralelo entre a Gestalt e o paradigma científico, sendo ambos formas de ver o mundo, com forte analogia com o visual (KUHN, 1975, p. 116).

Sobre pesquisas extraordinárias em períodos de crise: “Como procedem os cientistas quando se conscientizam de que há algo fundamentalmente errado no paradigma?” (KUHN, 1975, p. 117) Fazem “pesquisas extraordinárias”, que têm características diferentes da ciência normal, especialmente: as respostas “[...] requerem a competência do psicólogo” (KUHN, 1975, p. 117); os comentários feitos por Kuhn são de que as pesquisas extraordinárias têm um caráter “[...] mais hipotético e incompleto do que o afirmado anteriormente [pelos filósofos da ciência e cientistas]” (KUHN, 1975, p. 117), que carecem de uma “[...] análise filosófica [...], regras, [...] [e] pressupostos” consistentes (KUHN, 1975, p. 120); como exemplo da complexidade que aparece nas pesquisas extraordinárias, Kuhn indica os experimentos mentais usados na elaboração de princípios da Física, como o Princípio da Incerteza; um aspecto essencial da pesquisa extraordinária é a consciência da anomalia e da crise por parte do pesquisador ou grupo que, após isolar, dar uma estrutura e realçar as dificuldades, é capaz de gerar diversas teorias especulativas, inventando então o novo paradigma, que irá dar início a uma revolução científica.

Sobre novos cientistas, ou pesquisadores de áreas diferentes, como inventores dos novos paradigmas: “Quase sempre os homens que fazem essas invenções fundamentais {que dão origem a novos paradigmas científicos} são muito jovens ou estão a pouco tempo na área de estudos cujo paradigma modificam” (KUHN, 1975, p. 122)

## **Capítulo 8 – A natureza e a necessidade das revoluções científicas**

**Definição** de revolução científica: “[...] consideraremos revoluções científicas aqueles episódios de desenvolvimento não cumulativo nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior” (KUHN, 1975, p. 125)

Kuhn faz um paralelo entre revoluções políticas e revoluções científicas, afirmando que aparece um sentimento crescente, restrito a um grupo da comunidade, de que as instituições, no caso das revoluções políticas, ou os paradigmas, no caso das revoluções científicas, deixaram de funcionar adequadamente. Ainda comparando revoluções políticas e científicas, Kuhn afirma que elas podem ser localizadas, como no caso da revolução pode ser localizada, como no caso das Revoluções Balcânicas do séc. 20, no caso das revoluções políticas, ou o caso da descoberta do raio X, no caso das revoluções científicas. As revoluções políticas e científicas, em um caso e em outro, visam realizar mudanças, que são proibidas pelas instituições, no caso político, ou pelos paradigmas, no caso das ciências. A importância da crise se deve ao fato de que os membros da comunidade são levados a escolher novas instituições ou paradigmas, usando como meio de ação a força ou a persuasão, no caso das revoluções políticas ou científicas, respectivamente.

Esquema comparativo entre ciência cumulativa (normal) e evidência história (revolucionária), produzido a partir da argumentação textual de Kuhn (KUHN, 1975, p. 130-131).

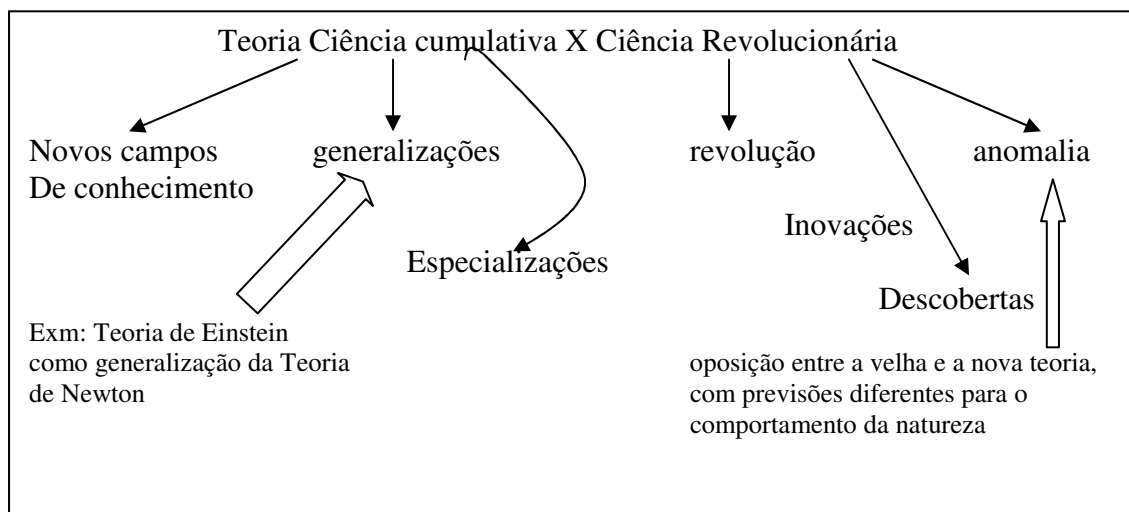


FIGURA 6 – Ciência normal versus ciência revolucionária

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn (1975)

Sobre as previsões oferecidas pelas novas teorias científicas: “[...] a nova teoria bem sucedida deve, em algum ponto, permitir previsões diferentes daquelas derivadas de sua predecessora [que] [...] não poderiam ocorrer se as duas teorias fossem logicamente compatíveis” (KUHN, 1975, p. 131). Tal fato ocorre pois “[...] as diferenças entre paradigmas sucessivos são, ao mesmo tempo, necessárias e irreconciliáveis” (KUHN, 1975, p. 137).

# Capítulo 9 – As revoluções como mudanças de concepção do mundo

Sobre visões do mundo oferecidas pelos paradigmas: “Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções” (KUHN, 1975, p. 145), aprendendo “[...] a ver uma nova forma (*Gestalt*<sup>2</sup>) em algumas situações com as quais já está familiarizado” (KUHN, 1975, P. 146).

Sobre a questão da Gestalt e os paradigmas como formas de ver o mundo, Kuhn apresenta um estudo de caso, comparando a experiência de cartas anômalas com as crises científicas. No experimento de cartas anômalas, as pessoas participantes são confrontadas com cartas de baralho com combinações de naipes e cores inválidas, sendo avaliada sua reação às mesmas de acordo com o tempo de exposição. Algumas pessoas relatam sensações de confusão mental e mal-estar, que tendem a desaparecer com o aumento do tempo de exposição que resulta na conscientização das alterações existentes. Kuhn usa esta experiência para confrontar com situações históricas ocorridas no desenvolvimento das ciências e seus paradigmas, que se seguem (KUHN, 1975, p. 150; 151): entre 1690 e 1781, considerava-se que Urano era uma estrela. Em 1781 houve a identificação de Urano como um cometa, por Sir William Herschel. Somente após 1801, quando Lexell reavaliou a descoberta indicando que Urano tratava-se de um planeta, foi que ocorreu o descobrimento de vários outros planetas e asteróides, isto porque os astrônomos começaram a olhar para o céu com novos olhos, acreditando na existência de outros planetas; Confrontação da Revolução de Copérnico contra conceito anterior de que “estrelas e planetas {eram} imutáveis”.

Sobre a relação entre paradigmas como visões de mundo e a realidade material: “Muitos leitores certamente desejarão dizer que o que muda com o paradigma é apenas a interpretação que os cientistas dão às observações que estão, elas mesmas, fixadas de uma vez por todas pela natureza do meio ambiente e pelo aparato perceptivo” (KUHN, 1975, p. 156). No entanto, existem diversos contra-argumentos para esta observação, que devem ser feitas sob a luz da diferença, ou não, entre interpretação e percepção, que se seguem: novos paradigmas são semelhantes, inclusive nos relatos dos próprios cientistas que viveram a revolução, a “[...] uma alteração da forma visual” (KUHN, 1975, p. 157); “[...] os dados não são inequivocadamente estáveis” (KUHN, 1975, p. 157); “[...] cada uma dessas interpretações {necessariamente diferentes} pressupõe um paradigma” (KUHN, 1975, p. 157);

---

<sup>2</sup> “*Gestalt therapy is a phenomenological-existential therapy founded by Frederick (Fritz) and Laura Perls [...] Explanations and interpretations are considered less reliable than what is directly perceived and felt [...] Differences in perspectives become the focus of experimentation and continued dialogue [between patients and therapists].*” (YONTEF, 1993)

as propriedades das quais são tomadas medições e as operações de laboratório estão intrinsicamente ligadas ao paradigma científico que as suportam.

## Capítulo 10 – A invisibilidade das revoluções

Sobre a invisibilidade das revoluções científicas: “[...] a maior parte das ilustrações [exemplos de paradigmas científicos], que foram selecionadas por sua familiaridade, são habitualmente consideradas, não como revolução, mas como evolução no conhecimento científico” (KUHN, 1975, p. 173).

Sobre as fontes autoritárias do conhecimento científico: “Grande parte da imagem que cientistas e leigos têm da atividade científica criadora provém de uma fonte autoritária que disfarça sistematicamente – em parte devido a razões funcionais importantes – a existência e o significado das revoluções científicas” (KUHN, 1975, p. 174), sendo que dentre as denominadas “fontes autoritárias” pode-se destacar: manuais científicos; textos de divulgação científica; obras filosóficas.

Sobre o papel dos manuais científicos na manutenção dos paradigmas: “[...] sendo os manuais veículos pedagógicos destinados a perpetuar a ciência normal, devem ser parcialmente ou totalmente reescritos toda vez que a linguagem, a estrutura dos problemas ou as normas da ciência normal se modificam. Em suma, precisam ser reescritos imediatamente após cada revolução científica e, uma vez reescritos, dissimulam inevitavelmente não só o papel desempenhado, mas também a própria existência das revoluções que os produziram” (KUHN, 1975, p. 175).

Sobre a falsa evolução acumulativa do conhecimento científico: “Em parte por seleção e em parte por distorção, os cientistas de épocas anteriores são implicitamente representados como se tivessem trabalhado sobre o mesmo conjunto de problemas fixos e utilizado o mesmo conjunto de cânones estáveis que a revolução mais recente em teoria e metodologia científica faz parecer científicos” (KUHN, 1975, p. 175), por isso “[...] não é de admirar que, ao ser reescrita, a ciência apareça, mais uma vez, como sendo basicamente cumulativa”, e finalmente “Essas distorções tornam as revoluções invisíveis...” (KUHN, 1975, p. 178). Como exemplo pode-se tomar Robert Boyle, autor do *Sceptical Chymist*, que é apresentado erroneamente nos manuais como quem primeiro usou o termo “elemento” químico, sendo que a acepção usada na época foi apenas “[...] uma paráfrase de um conceito químico tradicional” (KUHN, 1975, p. 178; 180), que não corresponde ao conceito atual. Apesar disso, não se deve desconsiderar que o trabalho de Boyle, juntamente com o de Lavoisier, foi responsável por ter “[...] modificado em aspectos importantes o significado químico da noção de ‘elemento’”.

## Capítulo 11 – A resolução de revoluções

Sobre as características dos indivíduos que são os precursores das revoluções científicas: “Invariavelmente, tiveram sua atenção concentrada sobre problemas que provocam crises”; “[...] são

habitualmente tão jovens ou tão novos na área em crise que a prática científica comprometeu-os menos profundamente que seus contemporâneos à concepção de mundo e às regras estabelecidas pelo velho paradigma” (KUHN, 1975, p. 184).

Sobre o teste dos paradigmas: “[...] o teste de um paradigma ocorre somente depois que o fracasso persistente na resolução de um quebra-cabeça importante dá origem a uma crise” (KUHN, 1975, P. 184). Um exemplo do comprometimento do cientista normal com as regras pré-estabelecidas é dado por Kuhn comparando-se as regras da ciência normal com as regras do jogo de xadrez.

Sobre teorias filosóficas e a verificação da validade de paradigmas científicos, ou sobre o critério de demarcação: Experiências anômalas (Thomas Kuhn); Kuhn comenta a falsificação (Karl Popper) sugerindo que “O papel que Popper atribui à falsificação assemelha-se muito ao que este ensaio confere às experiências anômalas, isto é, experiências que, ao evocarem crises, preparam caminho para uma nova teoria. Não obstante, as experiências anômalas não podem ser identificadas com as experiências de falsificação. Na verdade, duvido muito de que essas últimas existam. Como já enfatizamos repetidas vezes, nenhuma teoria resolve todos os quebra-cabeças com os quais se defronta em um dado momento. Por sua vez, as soluções encontradas nem sempre são perfeitas [...] Se todo e qualquer fracasso na tentativa de adaptar a teoria e dados fosse motivo para a rejeição de teorias, todas as teorias deveriam ser sempre rejeitadas.” (KUHN, 1975, p. 186); Verificação probabilística bayesiana.

Sobre Popper, em outro texto Kuhn diz, comparando o critério de falsificação com as experiências anômalas, que “[...] sugiro que Sir Karl [Popper] caracteriza todo o empreendimento científico em termos que se aplicam apenas ocasionalmente a suas partes revolucionárias”<sup>3</sup> (CURD, 1998, p. 13).

---

<sup>3</sup> Tal afirmação aparece no artigo de Kuhn denominado “*Logic of Discovery or Psychology of Research?*”, no seguinte trecho em inglês: “*I suggest then that Sir Karl [Popper] has characterized the entire scientific enterprise in terms that apply only to its occasional revolutionary parts.*” (CURD, 1998, p. 13). No mesmo livro, no artigo “*Science: Conjectures and Refutations*”, Karl Popper sugere que “[...] *the criterion of the scientific status of a theory is its falsifiability, or refutability, or testability*” (CURD, 1998, p. 7). Em relação à capacidade de previsões, Popper diz que “[...] *a scientific theory must be open to refutation by making testable predictions.*” (CURD, 1998, p. 2). Popper faz também uma afirmação em relação à possível importância de conhecimentos não científicos, dizendo que: “*I thus felt that if a theory is found to be non-scientific, or ‘metaphysical’ (as we might say), it is not thereby found to be unimportant, or insignificant, or ‘meaningless’, or ‘nonsensical’. But it cannot claim to be backed by empirical evidence in the scientific sense*” (CURD, 1998, p. 9). Imre Lakatos, por seu turno, propõe os programas de pesquisa como critério de demarcação. No artigo “*Science and PseudoScience*” Lakatos sugere os programas de pesquisa não isolados como critério de demarcação da ciência, programas de pesquisa estes que adotam técnicas heurísticas de resolução de problemas e de predição de novos fatos, sendo capazes de evoluírem ao longo do tempo (CURD, 1998, p.20). A seguinte frase é atribuída a Lakatos: “*The great scientific achievements are research programmes which can be evaluated in terms of progressive and degenerative problemshifts; and scientific revolutions consist of one research programme superceding (overtaking in progress) another. This methodology offers a new rational reconstruction of science.*” (BARTLEBY.COM GREAT BOOKS ONLINE, 2003). Paul R. Thagard, no artigo “*Why Astrology is a Pseudoscience?*”, afirma o seguinte critério de demarcação: “*A demarcation criterion requires a matrix of three elements: theory, community, historical context... A theory or discipline which purports to be scientific is pseudoscientific if and only if: 1. it has been less progressive than alternative theories over a long period of time, and faces many unsolved problems; but 2. the community of practitioners makes little attempt to develop the theory towards solutions of the problems, shows no concern for attempts to evaluate the theory in relation to other, and is selective in considering confirmations and disconfirmations.*” (CURD, 1998, p.20)

Paradigmas como uma evolução das teorias: “A verificação [de paradigmas] é como a seleção natural: escolhe a mais viável entre as alternativas existentes em uma situação histórica determinada” (KUHN, 1975, p. 185).

Sobre a pluralidade de métodos, paradigmas e práticas científicas: “Se houvesse apenas um conjunto de problemas científicos, um único mundo no qual ocupar-se deles e um único conjunto de padrões científicos para sua resolução, a competição entre paradigmas poderia ser resolvida de forma mais ou menos rotineira, empregando-se algum processo como o de contar o número de problemas resolvidos por cada um deles” (KUHN, 1975, p. 187).

Sobre visões de mundo diferentes de pesquisadores com formações acadêmicas diferentes: “Por exercerem sua profissão em mundos diferentes, os dois grupos de cientistas [que representam cada um dos paradigmas em competição] vêem coisas diferentes quando olham de um mesmo ponto para a mesma direção – ao analisarem a mesma situação, sob paradigmas diferentes, como por exemplo a física clássica e a quântica, membros das comunidades científicas em competição fazem avaliações completamente distintas [...] Tal como a mudança de forma (Gestalt) visual, a transição [entre paradigmas científicos] deve ocorrer subitamente (embora não necessariamente num instante) ou então não ocorre jamais” (KUHN, 1975, p. 190).

Sobre a necessidade de novas gerações de cientistas para a aceitação de novos paradigmas: Thomas Kuhn cita comentários feitos pelos cientistas revolucionários Charles Darwin (*On the Origin of Species*) e Max Planck (*Scientific Autobiography and Other Papers*), nas quais eles descrevem as dificuldades de conversão entre paradigmas, segundo eles só vencida por novas geração de cientistas. (KUHN, 1975, p. 191) Kuhn afirma que “Embora alguns cientistas, especialmente os mais velhos e mais experientes, possam resistir indefinidamente [à mudança de paradigma], a maioria deles pode ser atingida de uma maneira ou de outra. Ocorrerão algumas conversões de cada vez, até que, morrendo os últimos opositores, todos os membros da profissão passarão a orientar-se por um único – mas já agora diferente – paradigma” – como os cientistas são convertidos ao novo paradigma.” (KUHN, 1975, p. 192)

Sobre os fatores subjetivos individuais na aceitação de novos paradigmas: “Cientistas individuais abraçam um novo paradigma por toda uma sorte de razões e normalmente por várias delas ao mesmo tempo. Algumas dessas razões – por exemplo, a adoração ao Sol que ajudou a fazer de Kepler um copernicano – encontram-se inteiramente fora da esfera aparente da ciência” (KUHN, 1975, p. 193). Algumas razões possíveis citadas para conversão do cientista, individualmente, a um novo paradigma, são: “... idiossincrasias de natureza autobiográfica”, “... personalidade”, “... nacionalidade”, “... reputação prévia do inovador” propositor do novo paradigma (KUHN, 1975, p. 193).

Comparação de antigos e novos paradigmas em relação à capacidade de resolver problemas: “Provavelmente a alegação isolada mais comumente apresentada pelos defensores de um novo paradigma é a de que são capazes de resolver os problemas que conduziram o antigo paradigma a uma crise” (KUHN, 1975, p. 193), mas “[...] fora do setor problemático, com frequência a balança penderá decisivamente para a tradição” (KUHN, 1975, p. 198). Kuhn afirma que, baseado no número de problemas resolvidos, a decisão entre paradigmas penderia para a tradição, mas que a fé dos cientistas no potencial para resolver problemas futuros pode fazer a balança pender para o lado do novo paradigma (KUHN, 1975, p. 198).

Sobre critérios estéticos para a aceitação de paradigmas: Outra razão para conversão de paradigmas, normalmente mais eficaz na Matemática do que em outras ciências, é de que “[...] a nova teoria é ‘mais clara’, ‘mais adequada’, ou ‘mais simples’ que a anterior”, apesar destas últimas razões raramente serem explicitadas” (KUHN, 1975, p. 196).

De critérios subjetivos para critérios objetivos através da formação de massa crítica: “Mas para que o paradigma possa triunfar é necessário que ele conquiste alguns adeptos iniciais [muitas vezes com argumentos estéticos ou subjetivos], os quais o desenvolverão até o ponto em que argumentos objetivos possam ser produzidos e multiplicados” (KUHN, 1975, p. 199)

## Capítulo 12 – O progresso através das revoluções

Sobre critério de demarcação científica, Kuhn argumenta que o termo ciência, o que equivale a uma **definição**, está reservado, em grande medida, para aquelas áreas que progridem de uma maneira óbvia, em oposição à Arte, à Teoria Política ou à Filosofia, sendo que a Psicologia é apresentada com argumentos pró e contra a qualificação como ciência (KUHN, 1975, p. 202).

O critério de demarcação é um tema polêmico na filosofia da ciência, sendo propostas para solução de tal questão os paradigmas científicos (Kuhn), os programas de pesquisa (Lakatos) e o critério de falsificação através de experimentos empíricos (Popper). Apesar dos critérios de demarcação de Kuhn e de Popper negarem a muitas ciências sociais o status de ciência, o mesmo não acontece com os programas de pesquisa de Lakatos. A questão torna-se complicada, por exemplo, quando se busca identificar se a astrologia, por exemplo, é ou não uma ciência. As perguntas subjacentes ao critério de demarcação são “Quais são as leis da natureza?”, “O que é ciência?”, “Quando uma teoria é confirmada?” (CURD, 1998, p. xvii).

Retomando o texto de Kuhn, no caso da Psicologia, carecendo de uma argumentação mais consistente, ele diz que, “Por exemplo, alguns argumentam que a Psicologia é uma ciência que possui tais e tais características. Outros, ao contrário, argumentam que tais características são desnecessárias ou não são suficientes para converter esse campo de estudos numa ciência” (KUHN, 1975, p. 202). No caso da Economia, Kuhn diz que “A Economia é, entre as ciências sociais cujo *status* de ciência não é tão controverso, provavelmente devido ao progresso passado e presentes que têm sido obtidos, aquela que menos discute sobre a cientificidade do seu campo de estudo, mostrando que o questionamento está muito mais ligado à obtenção de um progresso inquestionável do que ao conceito de ciência em si.” (KUHN, 1975, p. 202). Em outro exemplo, Kuhn afirma que “A Pintura, por exemplo, só deixou de ser considerada ciência quando o objetivo principal de apenas representar foi deixado de lado, marcadamente durante o Renascimento, fazendo com que a verificação inquestionável do seu progresso através da verificação das técnicas não fosse mais possível.” (KUHN, 1975).

A interdisciplinaridade de Leonardo Da Vinci é um exemplo dado por Kuhn de cientista que mudava de área de conhecimento sem constrangimento, não distinguindo entre ciência e arte (KUHN, 1975)

Sobre o isolamento do cientista em relação a problemas sociais, com total liberdade para selecionar problemas, segundo Kuhn: “Ao contrário do engenheiro, de muitos médicos e da maioria dos teólogos, o cientista não está obrigado a escolher um problema somente porque esta necessidade de uma solução urgente” (KUHN, 1975, p. 206).

Sobre o esoterismo da ciência, seu progresso normal e a competição paradigmática: “[...] cientistas ou não-cientistas, o resultado criador bem sucedido é o progresso”, que no entanto é difícil, segundo Kuhn, de ser detectado em estágios pré-paradigmáticos, principalmente devido à dispersão e à competição entre esforços concorrentes (KUHN, 1975, p. 204). Tais elementos não são predominantes na ciência normal, situação na qual os cientistas estão liberados para “[...] concentrarem-se exclusivamente nos fenômenos mais esotéricos e sutis que lhes interessam. Inevitavelmente, isso aumenta tanto a competência como a eficácia [...]“ do grupo de cientistas, que não precisa “[...] reexaminar constantemente seus fundamentos em vista da aceitação de um paradigma comum” (KUHN, 1975, p. 205).

Aspectos essenciais da vida profissional das pesquisas na ciência normal segundo Kuhn: isolamento (insulação) esotérico, com o trabalho sendo endereçado e avaliado exclusivamente por outros membros da profissão – isolamento esotérico; educação através de manuais didáticos, sendo que nas ciências normais o aluno freqüentemente tem contato apenas com manuais escritos estritamente para estudantes, enquanto na Música, Arte e na Literatura, por exemplo, o profissional adquire sua educação ao ser exposto ao trabalho de outros artistas; e ainda na História, Filosofia e Ciências Sociais os estudantes

são freqüentemente convidados a lerem obras originais, o que tem o efeito de amplificar, mas também desfocar, a gama de problemas e soluções possíveis; a pesquisa normal é mais refratária a propostas de quebra de paradigma, devido em grande parte à rigidez da educação via manuais reescritos, beneficiando assim o progresso da ciência normal; objeto de estudo em geral são fenômenos naturais verificáveis, uma vez que existe a preocupação “[...] com a resolução de problemas relativos ao comportamento da natureza” (KUHN, 1975, p. 210); a relevância das pesquisas é resolvido por consenso entre os membros da comunidade científica, uma vez que “[...] as soluções [...] devem ser aceitas por muitos”; existência de grupo coeso e **fechado** de cientistas, , que é público e juiz das próprias disputas, sendo que Kuhn lembra a Grécia helênica e a civilização européia, grupos estes que são árbitros de suas disputas, sem interferência externa, e que têm certa independência da civilização da qual fazem parte; considerando um grupo fechado, Kuhn afirma que as mudanças paradigmáticas, uma vez aceitas, são inequivocamente consideradas progresso científico, afirmando que “[...] um grupo dessa natureza {científica} deve necessariamente considerar a mudança de paradigma como um progresso” (KUHN, 1975, p. 211); capacidade de resolver problemas reais; a pesquisa gera dados padronizados, analisáveis, acumuláveis e comparáveis, o que Kuhn sugere dizendo que ocorre um “[...] crescimento contínuo dos dados coletados que está em condições de examinar de maneira precisa e detalhada”; sobre a profundidade da pesquisa, Kuhn afirma que “[...] embora essa sua preocupação [do cientista normal] possa ter uma amplitude global, os problemas nos quais trabalha devem ser problemas de detalhe” (KUHN, 1975, p. 210), sendo que a amplitude pode é alcançada através da “[...] proliferação de especialidades científicas [...]” (KUHN, 1975, p. 212).

Kuhn faz uma analogia entre progresso científico, com relação à seleção de paradigmas durante as revoluções, em relação à seleção natural, presente na Teoria da Evolução das Espécies, de Darwin, na obra *A Origem das Espécies*, dizendo que “[...] sem o benefício de um objetivo pré-estabelecido, sem uma verdade científica permanentemente fixada, da qual cada estágio do desenvolvimento seria um exemplar mais apropriado” (KUHN, 1975, p. 216) a seleção se dá não através de um progresso constantes, mas aos saltos.

## Posfácio - 1969

No Posfácio, que foi escrito em 1969, portanto sete anos depois da primeira impressão do livro *The Structure of Scientific Revolutions*, cujo prefácio data de 1962, Thomas S. Kuhn contra-argumenta alguns críticos de seu trabalho inicial. Kuhn começa explicando que durante o livro, o conceito de paradigma tem algumas variantes de significado, sendo as principais **definições** de paradigma referem-se a (KUHN, 1975, p. 218): Sentido sociológico - crenças, valores e técnicas partilhados pelos

membros de uma comunidade científica; Sentido tácito - solução de quebra-cabeças, que são usados como modelos ou exemplos, em substituição a regras explícitas, em um sentido mais profundo.

O posfácio é separado em subseções, resumidas a seguir.

## **Os Paradigmas e a Estrutura da Comunidade**

O objetivo desta seção, segundo Kuhn, é separação entre conceito de paradigma científico e a noção de comunidade científica, sendo que Kuhn afirma que esta última pode existir sem a presença de um paradigma científico único, como no caso das fases pré-paradigmáticas

Esquema da estrutura da comunidade científica, a partir da argumentação textual de Kuhn (KUHN, 1975, p. 229)

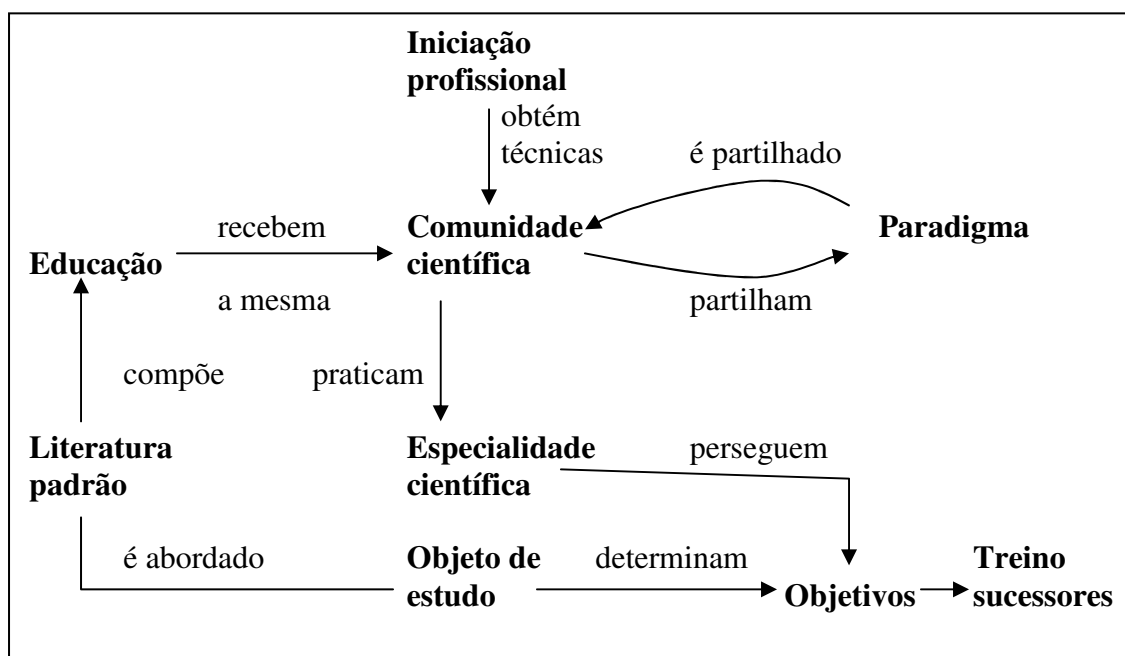


FIGURA 7 – Separação entre os conceitos de comunidade científica e paradigma científico

Fonte: R. F. Matheus, a partir da argumentação textual de Kuhn (1975)

Sobre diferentes níveis da comunidade científica, Kuhn afirma que “A comunidade mais global é composta por todos os cientistas ligados às ciências da natureza. Em um nível imediatamente inferior, os principais grupos científicos profissionais são comunidades: físicos, químicos, astrônomos, zoólogos e outros similares. [...] Técnicas similares permitirão identificar todos os principais subgrupos [...]” (KUHN, 1975, p. 221).

Sobre o tamanho das comunidades de pesquisa associadas a um paradigma, que depende em geral de um pequeno número de pesquisadores ativos, Kuhn afirma que “Do ponto de vista típico, poderemos produzir comunidades de talvez cem membros e, ocasionalmente, de um número significativamente

menor. Em geral os cientistas individuais, especialmente os mais capazes, pertencerão a diversos grupos, simultaneamente ou em sucessão” (KUHN, 1975, p. 222).

Sobre a caracterização das comunidades científicas, Kuhn destaca os seguintes aspectos: Compartilhamento de técnicas; Sociedades profissionais; Alta titulação; Leitura de periódicos especializados; Conferências; Intercâmbio de esboços de manuscritos; Comunicação formal; Comunicação informal: correspondências e citações.

Sobre as comunidades pré-paradigmáticas e a associação entre paradigmas e problemas exemplares, Kuhn afirma que mesmo as comunidades científicas pré-paradigmáticas contêm elementos de “um paradigma”. No entanto, a transição para a fase pós-paradigmática se dá apenas com a “[...] aquisição de um tipo de paradigma que identifica os quebra-cabeças desafiadores, proporciona pistas para sua solução e garante o sucesso do praticante inteligente” (KUHN, 1975, p. 223).

Sobre as crises e as revoluções, Kuhn, relaxando afirmações do texto original, diz que as crises não são um pré-requisito essencial para as revoluções, mas apenas um prelúdio costumeiro, que proporciona um mecanismo de auto-correção.

Sobre o impacto interdisciplinar do progresso científico, Kuhn afirma que novos instrumentos ou “[...] novas leis como [por exemplo] as de Maxwell podem ser desenvolvidas numa especialidade, enquanto a sua assimilação provoca uma crise em outra” (KUHN, 1975, p. 225).

### ***Os Paradigmas como a Constelação dos Compromissos do Grupo***

O objetivo desta seção, segundo Kuhn, é examinar os compromissos dos membros de uma comunidade de pesquisa na busca de paradigmas, que facilitam a comunicação e a relativa unanimidade de julgamentos profissionais.

Kuhn cita um estudo parcial chegou a identificar 22 (vinte e duas) acepções diferentes do termo paradigma no seu livro (KUHN, 1975, p. 226), mas destaca duas principais: crenças, valores e técnicas, que oferecem ainda uma “matriz disciplinar” (usada no lugar do termo teoria); quebra-cabeças referenciais, discutidos com mais detalhes na próxima seção. Quanto à “matriz disciplinar”, Kuhn afirma que ela é composta de: “generalizações simbólicas”, por exemplo,  $I = V/R$ , ou a frase “a toda ação corresponde uma reação igual e contrária”, ou ainda  $f = ma$ , onde a própria interpretação do significado das variáveis envolvidas faz parte do paradigma; modelos ou “paradigmas metafísicos”, por exemplo, “as moléculas de um gás comportam-se como pequenas bolas de bilhar”; valores compartilhados, por exemplo, previsões quantitativas; elementos “exemplares”, por exemplo, problemas e instrumentos.

## ***Os Paradigmas como Exemplos Compartilhados***

O objetivo desta seção é mostrar o sentido que Kuhn considera mais “profundo” do termo “paradigma”, que é o de oferecer problemas-exemplo, ou quebra-cabeças, compartilhados pela comunidade de pesquisadores que está associada ao paradigma. Kuhn afirma que “Os cientistas resolvem quebra-cabeças modelados de acordo com soluções anteriores, freqüentemente com um recurso mínimo a generalizações simbólicas” (KUHN, 1975, p. 235). Kuhn diz ainda que “Pedindo emprestada mais uma vez a útil expressão de Michael Polanyi: desse processo {de aprendizagem por exemplos práticos} resulta um ‘conhecimento tácito’, conhecimento que se aprende fazendo ciência e não simplesmente adquirindo regras para fazê-la” (KUHN, 1975, p. 237).

## ***Conhecimento Tácito e Intuição***

O objetivo desta seção é detalhar os conceitos que Kuhn associou originalmente aos conhecimentos “subjetivo” e “intuitivo”, que foram inseridos como parte dos exemplos compartilhados, mas não obstante são passíveis de algumas correções, segundo o próprio Kuhn.

Sobre as propriedades do conhecimento tácito nas comunidades de pesquisadores que partilham de um paradigma científico, Kuhn cita: Conhecimento partilhado pela comunidade científica; Conhecimento baseado em exemplos compartilhados, portanto difíceis de sistematizar, o que inclusive poderia levar a uma interpretação errada dos mesmos; Conhecimento analisável.

Kuhn ainda discute brevemente as implicações cognitivas do aprendizado por exemplos, como é o caso dos paradigmas científicos, comparando e apresentando situações científicas e também cotidianas, e citando a análise neurológica do trajeto estímulo-resposta, segundo ele característico do conhecimento tácito envolvido no processo, usando ainda freqüentemente a metáfora da “visão”, algumas vezes literalmente, para avaliar os exemplos apresentados.

## ***Exemplos, Incomensurabilidade e Revoluções***

O objetivo desta seção é discutir o problema da escolha entre duas teorias incompatíveis.

No momento da escolha entre duas teorias em competição, ocorre, segundo Kuhn, uma relevância da persuasão em relação a critérios objetivos e à prova científica, apesar da validade e importância, ainda que subjetiva, de razões como: exatidão, simplicidade, fecundidade e outras semelhantes. Neste caso, as razões subjetivas funcionam como valores cuja verificação depende do contexto de cada paradigma em competição. Portanto, ao destacar a importância da persuasão e de critérios subjetivos, Thomas S. Kuhn nega o positivismo lógico (também denominado empirismo lógico ou empirismo científico), defendido por Popper, como critério isolado para a seleção de paradigmas entre as comunidades científicas competidoras.

A tradução (“lingüística”), devido à diferenciação do significado do vocabulário que ocorre entre paradigmas concorrentes, é responsável pela comunicação dos grupos de cientistas envolvidos. A tradução lingüística, com o tempo, pode ajudar a transferir valores entre os grupos em competição, conquistando novos adeptos, em direção à solução da revolução. Ainda sobre a necessidade da tradução lingüística Kuhn exemplifica dizendo que “Dois homens que percebem a mesma situação de maneira diversa e que, não obstante isso, utilizam o mesmo vocabulário para discuti-la, devem estar empregando as palavras de modo diferente” (KUHN, 1975, p. 246).

Sobre a transformação do agrupamento e das classes de objetos nas revoluções científicas, Kuhn afirma que “A prática da ciência normal depende da habilidade, adquirida através de exemplares, para agrupar objetos e situações em conjuntos semelhantes. [...] Assim, um aspecto central de qualquer revolução reside no fato de que algumas das relações de similaridade mudam. Objetos que antes estavam agrupados no mesmo conjunto passam a agrupar-se em conjuntos diferentes e vice-versa” (KUHN, 1975, p. 246)

### ***Revoluções e Relativismo***

**O Objetivo desta seção, segundo Kuhn, é esclarecer que a decisão sobre qual o melhor paradigma durante a ciência extraordinária (revolução científica), apesar do indubitável progresso histórico da ciência tomando referências distantes, tem componentes relativísticos e subjetivos. Kuhn esclarece a questão dizendo que teorias mais recentes são indubitavelmente mais evoluídas com relação a critérios como: “[...] exatidão nas previsões, especialmente no caso das previsões quantitativas; o equilíbrio entre o objeto de estudo cotidiano e o esotérico; o número de diferentes problemas resolvidos” (KUHN, 1975, p. 252). No entanto, o mesmo não é totalmente certo sobre “[...] a visão mais exata do que é mesmo a natureza”, sendo que, por exemplo, “[...] em alguns aspectos, embora de maneira alguma em muitos, a Teoria Geral da Relatividade de Einstein está mais próxima da teoria de Aristóteles do que qualquer uma das duas está da de Newton” (KUHN, 1975, p. 253).**

### ***A Natureza da Ciência***

O objetivo desta seção, segundo Kuhn, é discutir a possível aplicação das teorias apresentadas no livro a outros campos além da ciência [paradigmática], e contra-argumentar contra críticos da eventual confusão entre os aspectos descritivos e normativos do discurso de Kuhn.

Primeiramente, Kuhn aponta a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a estrutura comunitária da ciência e de outras áreas de estudo, sobretudo comparativamente. Mais especificamente, Kuhn destaca aspectos que no conjunto distinguem o trabalho científico pertinente às ciências naturais, notadamente: julgamento pelos próprios membros do grupo; educação científica através de manuais;

existência de quebra-cabeças possíveis e modelos; sistema de valores razoavelmente rígidos; desenvolvimento da ciência normal ligado à tradição, com períodos de ruptura (KUHN, 1975, p. 255; 256). Este último aspecto isoladamente é, segundo Kuhn, partilhado por outras áreas do conhecimento, ainda que não das ciências naturais, como: História da Literatura, Música, Artes, Desenvolvimento Político e outras.

## Bibliografia

As referências a seguir não aparecem obrigatoriamente no texto de Kuhn (1975). Algumas oferecem aprofundamentos, contra-argumentos e debates adicionais em relação a questões suscitadas por Kuhn.

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000. 1014 p. ISBN 85-336-1322-9. Título original: *Dizionario di filosofia*.

ABRÃO, Bernadette Siqueira. **Os Pensadores – História da Filosofia**. São Paulo: Nova Cultural. 1999. ISBN 85-7123-663-1

BACON, Francis. **Os Pensadores - Francis Bacon**. São Paulo: Nova Cultural, 1999. ISBN 85-13-00849-4.

BARTLEBY.COM GREAT BOOKS ONLINE *The Columbia World of Quotations*, 1996. Disponível em: <<http://www.bartleby.com/66/21/33621.html>>. Acesso em: 08/08/2003.

CONANT, Jim et. al. *The Road Since Structure: Philosophical Essays*, 1970-1993, With an Autobiographical Interview by Thomas S. Kuhn. Chicago: University of Chicago Press, 1993. 335 p.

COSTA NETO, Canrobert Penn Lopes. **Ciência e saberes: tecnologias convencionais e agroecologia**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre: , v.1, n.2, p.18 - 23, 2000.

CURD, Martin (Ed.); COVER, J. A. (Ed.) *Philosophy of Science: The Central Issues*. New York: W. W. Norton & Company, 1998.

DARWIN, Charles. *On the Origin of Species*.

DESCARTES, René. **Os Pensadores – René Descartes**. São Paulo: Nova Cultural. 1999. ISBN 85-13-00851-6

KOYRÉ, Alexandre

Kuhn, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1975. 262 p. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. Título original: *The Structure of Scientific Revolutions*. Data de publicação original: 1969.

KUHN, Thomas S. Logic of Discovery or Psychology of Research? In: (CURD; COVER, 1998).

LAKATOS, Imre. *Science and Pseudoscience*. In: (CURD; COVER, 1998).

LOVEJOY, A. O. Great Chain of Being.

LUDWIG, Wittgenstein. Philosophical Investigations.

NEWTON. *Optica*.

NEWTON. *Principia*.

PIAGET, Jean. Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant.

PIAGET, Jean. The Child's Conception of Causality.

PLANCK, Max. Scientific Autobiography and Other Papers.

POPPER, Karl. *Science: Conjectures and Refutations*. In: (CURD; COVER, 1998).

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da filosofia: antigüidade e idade média**. 8 ed. São Paulo: Paulus, v. 1, (1990) 2003A. ISBN 85-349-0114-7. Título original: *Il pensiero occidentale dalle origini ad oggi*. Data de publicação original: 1986.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da filosofia: do humanismo a Kant**. 6 ed. São Paulo: Paulus, v. 2, (1990) 2003B. ISBN 85-05-01076-0 (obra completa). Título original: *Il pensiero occidentale dalle origini ad oggi*. Data de publicação original: 1986.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da filosofia: do romantismo até nossos dias**. 6 ed. São Paulo: Paulus, v. 3, (1990) 2003C. ISBN 85-349-0142. Título original: *Il pensiero occidentale dalle origini ad oggi*. Data de publicação original: 1986.

THAGARD, Paul R., *Why Astrology is a Pseudoscience?* In: (CURD; COVER, 1998).

YONTEF, Gary. *Gestalt Therapy: An Introduction*. The Gestalt Journal Press, 1993. Disponível em: <<http://www.gestalt.org/yontef.htm>>. Acesso em: 08/08/2003.