

A Estrutura das Revoluções Científicas

Thomas Kuhn

Notas e Comentários – Daniel Durante Pereira Alves

Prefácio

- Thomas Kuhn foi estudante de pós-graduação em Física Teórica e foi neste período que suas reflexões que culminaram no “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” iniciaram-se.
- Foi em um curso experimental que apresentava a física para não cientistas que aproximou Kuhn da história da ciência.
- Este contato com a história da ciência minou as antigas **concepções sobre a natureza da ciência e razões de seu sucesso incomum**.
 - Repare que o que foi minado em Kuhn foi a Filosofia da Ciência que ele aceitava.
- Suas antigas ideias sobre filosofia da ciência “não se adaptavam às exigências do empreendimento apresentado pelo estudo histórico”, apesar de serem fundamentais em muitas discussões científicas. (10)
- Decidiu “perseguir detalhadamente” as carências de verossimilhança das velhas teorias sobre a ciência, e ao fazer isso, mudou seus planos profissionais.
 - Saiu da física e foi para a história da ciência.
- “E, a partir daí, de problemas históricos relativamente simples às preocupações mais filosóficas” (10).
- Kuhn afirma: “Este ensaio é uma tentativa de explicar a mim mesmo e a amigos como me aconteceu ter sido lançado da ciência para a sua história” (10)
 - Ora, explicar como se lançou da ciência à sua história é fazer filosofia da ciência.
- Mostrar livro do Koyré
- Os **historiadores** da ciência mostraram a Kuhn, muito mais do que os filósofos da ciência contemporâneos, o que era pensar cientificamente, numa época em que os cânones do pensamento científicos eram muito diferentes dos atualmente em voga. (10)
- Além dos historiadores Kuhn admite débito com: **Piaget** – psicologia da percepção e Gestalt; **Quine** – distinção entre juízos analíticos e sintéticos; **Fleck** – sociologia da comunidade científica. (11)
- Tornou-se professor de História da Ciência em 1952. (12)
 - Suas ideias filosóficas (a Estrutura...) forma se constituindo em uma fonte de orientação implícita e de estruturação de problemas para grande parte de suas aulas mais avançadas.
 - De modo que a prática docente de Kuhn também o ajudou a amadurecer sua tese.
- Em 58-59 passou um ano convivendo com cientistas sociais, que o fez ver quanto o desacordo entre estes era maior e mais profundo no que tange à **natureza do método e**

aos problemas científicos legítimos, que entre praticantes das ciências naturais. (12)

- Tanto seus conhecimentos de história da ciência, quanto seu próprio treinamento como físico teórico fizeram-lhe duvidar de que os praticantes das ciências naturais possuíssem respostas mais firmes ou mais permanentes sobre questões de **método e legitimidade dos problemas científicos** do que os cientistas sociais.(13)
- E, apesar disso, a prática da das ciências naturais (astronomia, física, química, biologia) normalmente não evocam as controvérsias sobre fundamentos que parecem endêmicas entre psicólogos ou sociólogos.
- Foi a reflexão sobre a fonte desta diferença entre as áreas que levou Kuhn ao conceito de **Paradigma**.
 - **PARADIGMA**: realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência. (13)
- A construção deste conceito propiciou muito rapidamente o primeiro esboço de sua tese da Estrutura das Revoluções Científicas.
- “Este trabalho permanece antes um ensaio do que o livro de amplas proporções que o assunto acabará exigindo”. (13)
- Reparem (p.14 1-2) que os acréscimos que Thomas Kuhn sugere que precisam ser feitos ao seu livro são acréscimos HISTÓRICOS e não filosóficos. A sua tese filosófica está completa no livro.
- Então, podemos dizer que “a necessidade de condensação rápida” a que Kuhn alude em (14) foi o que ajudou a que seu livro fosse um livro de Filosofia e não um livro de História da Ciência.
- Afirma que não tratou suficientemente bem das “implicações filosóficas da concepção de ciência historicamente orientada” que apresenta (15). Disse que tentou apontar e documentar as principais.

INTRODUÇÃO – UM PAPEL PARA A HISTÓRIA

- Os cientistas interessam-se apenas (e paralelamente) pela história das realizações científicas acabadas, que entram para os manuais didáticos. Os fracassos e o processo não são abordados.
- Tomar estas descrições históricas presentes em livros pedagógicos de ensino de ciências e tentar extrair dali um conceito de ciência é o mesmo que tomar como a imagem de uma cultura nacional o que se descreve em uma propaganda turística ou em manual de línguas.
- O objetivo do livro é “esboçar um conceito de ciência (...) que pode emergir dos registros históricos da própria atividade de pesquisa”. (20)
- Mas mesmo partindo da história, não chegaremos a um novo conceito de ciência se continuarmos no âmbito das questões postas pelo estereótipo a-histórico extraído dos próprios textos científicos.
 - Não são os textos científicos as principais fontes históricas para que a história da ciência possa representar o lugar de onde surgirá uma nova abordagem e

entendimento sobre o que é a ciência, pois os textos científicos mascaram e ocultam a história da ciência.

- Não podemos conceber, historicamente, o desenvolvimento científico como um processo de acréscimo. Isso porque a ciência muda e se revisa tornando suas teorias/crenças obsoletas. Mas as teorias que se tornaram obsoletas ou são MITOS a-científicos que foram produzidos pelos mesmos métodos que continuamos a utilizar para produzir nossas teorias atuais, o que nos faz duvidar de tais métodos; ou então as teorias/crenças obsoletas são tão científicas quanto as atuais e isso faz com que a ciência contenha conjuntos de crenças totalmente incompatíveis com os que atualmente defendemos.
- Kuhn nos diz que, mediante esta alternativa, o historiador deve escolher a segunda, e ao fazer isso, deve abandonar a ideia do desenvolvimento científico como um processo de acréscimo. (21)
- Houve, então, uma revolução historiográfica no estudo da ciência.
- Os novos estudos da história da ciência sugerem, pois, a possibilidade de uma nova imagem da ciência e, o texto de Kuhn propõe-se a delinear esta imagem tornando explícitas algumas implicações da nova historiografia.
- Os aspectos proeminentes da ciência que esta nova historiografia revela, são
 - As diretrizes metodológicas são insuficientes para ditarem uma única conclusão substantiva para várias espécies de questões científicas. [o caminho da ciência não está predeterminado pela metodologia científica].
 - Os fatores que influenciam as diferentes possibilidades legítimas para o desenvolvimento científico são a experiência prévia do cientista em outras áreas, acidentes de investigação e a formação individual do cientista
 - “Um elemento aparentemente arbitrário, composto de acidentes pessoais e históricos, é sempre um ingrediente formador das crenças esposadas por uma comunidade científica específica numa determinada época”. (23)
- “A observação e a experiência podem e devem restringir drasticamente a extensão das crenças admissíveis, porque de outro modo não haveria ciência. Mas não podem, por si só, determinar um conjunto específico de semelhantes crenças. Um elemento aparentemente arbitrário, composto de acidentes pessoais e históricos, é sempre um ingrediente formador das crenças esposadas por uma comunidade científica específica numa determinada época.” (23)
- Raramente há pesquisa eficaz antes de a comunidade científica responder perguntas como as que seguem:
 - Quais são as entidades fundamentais que compõem o universo?
 - Como interagem essas entidades umas com as outras e com nossos sentidos?
 - Que questões podem ser legitimamente feitas a respeito de tais entidades?
 - Que técnicas podem ser empregadas na busca desoluções?
- A formação profissional do cientista inclui resposta (ou substitutos de respostas) a essas perguntas. Principalmente nas ciências mais desenvolvidas.
- Veremos que a ciência normal é, então, uma tentativa vigorosa e devotada de forçar a natureza a esquemas conceituais fornecidos pela educação profissional.

- Kuhn também se perguntará (e esta é uma pergunta eminentemente filosófica, já que é normativo-prescritiva) se a pesquisa poderia ter seguimento sem tais esquemas, qualquer que seja o elemento de arbitrariedade contido nas suas origens históricas.
- Os efeitos da adoção dos paradigmas também serão examinados pelo autor nos capítulos 5 a 7. O principal deles é a supressão temporária das novidades.
- Mas algumas vezes, um problema comum, que deveria ser resolvido por meio de regras e procedimentos conhecidos, resiste ao ataque violento e reiterado dos cientistas. (24)
- A ciência normal pode, então, desorientar-se. Começam, então, as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a um novo conjunto de compromissos, a uma nova base para a prática da ciência. As revoluções científicas são estes episódios extraordinários nos quais ocorre essa alteração de compromissos profissionais.
- Copérnico, Newton, Lavoisier, Einstein, são nomes relacionados a revoluções científicas. Cada um deles forçou a comunidade a rejeitar a teoria científica anteriormente aceita em favor de uma outra incompatível com aquela.
 - Como consequência, cada um destes episódios produziu uma alteração nos problemas à disposição do escrutínio científico e nos padrões pelos quais a profissão determinava o que deveria ser considerado como um problema ou como uma solução de problema legítimo.
 - Estes episódios mudaram o *mundo interior* do qual era realizado o trabalho científico.
- Ao final, no capítulo 10, Kuhn examina por que as revoluções científicas têm sido tão dificilmente reconhecidas como tais. No capítulo 11, descreve como se dá a competição revolucionária entre os defensores da velha tradição científica normal e os partidários da nova. Finalmente, no capítulo 12, perguntará como o desenvolvimento através das revoluções pode ser compatível com a ideia de progresso da ciência.
- Kuhn termina a introdução (27-28) admitindo que suas pretensões para o que ele chama de “pequeno ensaio” são, talvez, amplas demais para serem atribuídas à história. É justamente este caráter que torna o trabalho dele mais do que uma tese histórica. É uma tese filosófica sobre como é e como deve ser a ciência.
- Termina a introdução criticando a distinção entre “contexto da descoberta” e “contexto da justificativa”. Sempre que tentou aplicar estas distinções na prática, não foi bem sucedido.

Capítulo 1 - A Rota Para a Ciência Normal

- Ciência Normal significa pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas, reconhecidas por alguma comunidade científica como proporcionando fundamentos para sua prática posterior.
- Em geral, os manuais científicos (livros textos didáticos) revelam e expõem estas realizações passadas, que representam o corpo da teoria aceita e ilustram suas aplicações bem sucedidas.
 - Eles definem, implicitamente, os problemas e métodos legítimos de um campo de pesquisa. (30)
- Na história, quem cumpria este papel que hoje cabe aos manuais foram os livros clássicos

famosos (a *Física* de Aristóteles, o *Almagesto* de Ptolomeu, os *Principia* e a *Ótica* de Newton, a *Eletricidade* de Franklin,...)

- Duas características destas obras:
 - Suas realizações foram inovadoras o suficiente para atrair um grupo duradouro de partidários.
 - Suas realizações eram abertas o suficiente para deixar muitos problemas a serem resolvidos por estes partidários.
- Às realizações científicas que compartilham estas duas propriedades (acima) Kuhn dá o nome de **Paradigmas**.
 - “alguns exemplos aceitos na prática científica real – exemplos que incluem, ao mesmo tempo, lei, teoria, aplicação, instrumentação – proporcionam modelos dos quais brotam as tradições coerentes e específicas da pesquisa científica. São essas tradições que o historiador descreve com rubricas como: “Astronomia Ptolomaica” (ou “Copernicana”), “Dinâmica Aristotélica”, (ou “Newtoniana”) , “Ótica Corpuscular” (ou “Ótica Ondulatória”), e assim por diante.” (30)
- Para ser membro da comunidade científica, um estudante precisa estudar algum paradigma. Isso representa a sua formação.
- Cientistas cujas pesquisas estão baseadas em paradigmas compartilhados estão comprometidos com as mesmas regra e padrões da prática científica. Dificilmente envolvem-se em desacordos sobre fundamentos.
- Antes de caracterizar de modo mais teórico e abstrato o conceito de paradigma, o que será feito só no capítulo 4, Kuhn anuncia que é preciso, antes, apresentar alguns exemplos de paradigmas e das atividades da ciência normal a eles associadas.
- Kuhn pretende defender que antes da aquisição de um paradigma não há, propriamente, pesquisa científica.
 - “A aquisição de um paradigma e do tipo de pesquisa mais esotérico que ele permite é um sinal de maturidade no desenvolvimento de qualquer campo científico que se queira considerar”.
- Exemplo da Ótica:
 - Newton e o paradigma **corpuscular** da luz (sec XVIII)
 - Fresnel e Young e o paradigma **ondulatório** da luz (sec XIX)
 - Einstein e Plank e o paradigma **híbrido** corpuscular/ondulatório da luz (sec XX)
- As mudanças de uma concepção a outra são trocas paradigmáticas. São revoluções científicas. Representam o padrão usual do desenvolvimento da ciência amadurecida.
- Mas antes de Newton, não ocorre este padrão. Pois nenhum período entre a antiguidade remota e o fim do século XVII exibiu uma única concepção da natureza da luz que fosse geralmente aceita. (não havia um paradigma).
- Havia sempre várias escolas e abordagens distintas em competição (Platão, Aristóteles, Epicuro):
 - um grupo defendia que a luz era composta de partículas que emanavam dos corpos materiais;

- outro grupo considerava-a como modificação do meio que intervinha entre o olho e o corpo visto.
- Outro ainda explicava a luz em termos de uma interação entre o meio e uma emanção do olho.
- E havia outras combinações e modificações destas abordagens.
- Todas estas escolas, em diferentes épocas, fizeram contribuições importantes ao corpo de conceitos, fenômenos e técnicas dos quais Newton extraiu o primeiro paradigma da ótica.
- Se desqualificarmos como não científicas estas realizações precursoras, seremos obrigados a desqualificar também seus sucessores modernos. Os homens que defenderam estas tradições precursoras **também eram cientistas**.
- Mas quem quer que examine os trabalhos destes homens anteriores a Newton verá que o resultado líquido de seus esforços foi **algo menos que ciência**.
- Por não ser constrangido por um paradigma que obriga os praticantes de uma área científica a assumir um corpo de crenças específico, cada autor de Ótica precisava construir seu campo de estudos desde os fundamentos.
- Não havia um conjunto padrão de métodos ou de fenômenos que todos os estudiosos da ótica se sentissem forçados a empregar e explicar.
- Este mesmo padrão, hoje em dia, é familiar a numerosos campos de estudos criadores e não é, de modo algum, incompatível com invenções e descobertas significativas.
- No entanto, tanto a ótica física depois de Newton quanto muitas outras ciências da natureza abandonaram este padrão quando o primeiro paradigma se instituiu em suas áreas.
- [Na pag 33 Kuhn descreve o exemplo do desenvolvimento da pesquisa da eletricidade.](#)
- [“Permanece em aberto a questão a respeito de que áreas da ciência social já adquiriram tais paradigmas. A História sugere que a estrada para um consenso estável na pesquisa é extraordinariamente árdua.” \(35\)](#)
- Nenhuma **história natural** pode ser interpretada na ausência de pelo menos algum corpo implícito de crenças metodológicas e teóricas interligadas que permita a seleção, avaliação e a crítica.
- Se esse corpo de crenças já não está implícito na coleção de fatos, precisa sere suprido externamente, talvez por uma metafísica em voga, por outra ciência ou por um acidente pessoal histórico.
- A descoberta da **Garrafa de Leyden** só foi possível devido às preconcepções a cerca do fenômeno elétrico que os defensores da teoria do fluido sustentavam. Eles estavam tentando “engarrafar o fluido elétrico”. (37)
 - **Ler o parágrafo da pg 38 sobre os benefícios do surgimento do paradigma.**
- Quando um cientista pode considerar um paradigma como certo, ele não precisa começar seus trabalhos mais importantes pelos princípios fundamentais. Ele deixa isso para os manuais e insere seu trabalho nos limites dos manuais. Deste modo, concentra-se, exclusivamente nos aspectos mais sutis da disciplina. Seus artigos não se dirigem mais ao público em geral, mas só serão compreendidos por colegas de profissão que compartilham o mesmo paradigma.

- Hoje, os livros científicos são geralmente ou manuais ou reflexões retrospectivas sobre um ou outro aspecto da vida científica. **O cientista que escreve um livro tem mais probabilidades de ver sua reputação comprometida do que aumentada.**

Capítulo 2 – A Natureza da Ciência Normal

- Qual o tipo de atividade que caracteriza a ciência normal? Qual a natureza das pesquisas que os cientistas fazem quando estão amparados e satisfeitos com o paradigma?
- Um paradigma pode ser muito limitado, tanto no âmbito quanto na precisão, quando de sua primeira aparição.
- Os paradigmas adquirem seu status porque são mais bem sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que os cientistas reconhecem como graves.
 - Mas ser bem sucedido não significa ser totalmente bem sucedido com um único problema, nem notavelmente bem sucedido com um grande número.
 - No início um paradigma é apenas uma promessa de sucesso
 - análise aristotélica do movimento
 - cálculos ptolomaicos das posições planetárias
 - emprego da balança por Lavoisier
 - matematização do campo eletromagnético por Maxwell
- A ciência normal consiste na atualização dessa promessa. Esta atualização é obtida:
 - ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes;
 - aumentando-se a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma;
 - articulando-se ainda mais o próprio paradigma.
- A maioria dos cientistas, durante toda a sua carreira, ocupa-se com estas “operações de limpeza”. Elas constituem o que Kuhn chama de **Ciência Normal**.
 - A ciência normal representa uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelo paradigma.
 - Fenômenos que não se ajustam aos limites do paradigma nem são vistos.
 - A pesquisa dirige-se para a articulação dos fenômenos e teorias já fornecidos pelo paradigma.
 - Estas restrições, nascidas da confiança no paradigma, revelaram-se essenciais para o desenvolvimento da ciência.
 - O paradigma permite (força) os cientistas a investigar alguma parcela da natureza com uma profundidade e nível de detalhe que de outro modo seria inimaginável.
 - O comprometimento com o paradigma é, pois, essencial e **necessário** ao desenvolvimento da ciência.

- **Problemas que Constituem Essencialmente a Ciência Normal**
 - **Problemas Empíricos (não-teóricos) com relação à Coleta de Fatos**
 - Classe dos fatos que, de acordo com o paradigma, revelam a natureza das coisas.
 - Ao empregar tais fatos para resolver problemas, o paradigma tornou-os merecedores de uma determinação mais precisa e em uma variedade maior de situações. Exemplos:
 - a posição e magnitude das estrelas, as órbitas e períodos dos planetas;
 - as gravidades e compressibilidades específicas dos materiais;
 - comprimentos de onda e intensidades espectrais,
 - condutividades elétricas e potenciais de contato,
 - pesos de composição e combinação,
 - pontos de ebulição e a acidez das soluções,
 - as fórmulas estruturais e as atividades ópticas
 - As tentativas de aumentar a acuidade e extensão de nosso conhecimento sobre esses fatos ocupam uma fração significativa de literatura da ciência experimental e da observação.
 - Complexos aparelhos são projetados (tendo como requisito o paradigma). Síncrotrons e rádio-telescópios são alguns exemplos.
 - **Fenômenos que apesar de não ter interesse intrínseco, podem ser diretamente comparados com predições da teoria do paradigma.**
 - Raramente encontramos áreas nas quais uma teoria científica pode ser diretamente comparada com a natureza, especialmente se a teoria for expressa em forma predominantemente matemática.
 - Com relação à Teoria da Relatividade, por exemplo, há apenas três dessas áreas de contato. (órbita do planeta mercúrio – mudança para o vermelho no espectro de luz das estrelas distantes – curvatura da luz em torno do sol)
 - Aperfeiçoar e encontrar novas áreas nas quais a concordância possa ser demonstrada coloca um desafio constante à habilidade e à imaginação do cientista.
 - Grandes aparelhos, arranjos laboratoriais sofisticadíssimos e caros (super telescópios, aceleradores de partícula,...) ilustram o esforço para estreitar o acordo entre a natureza e a teoria.
 - Este tipo de atividade representa bem boa parte do **trabalho experimental normal**.
 - E é a existência do paradigma que agenda estas atividades. Frequentemente, a teoria do paradigma está diretamente implicada no trabalho de concepção da aparelhagem capaz de resolver o problema.
 - **O trabalho empírico empreendido para articular a teoria do paradigma, resolvendo algumas de suas ambiguidades residuais e permitindo a solução de problemas para os quais ela anteriormente só tinha chamado a atenção.**
 - Esta é a classe mais importante das atividades da ciência normal.

- Na Física, por exemplo, esta articulação muitas vezes envolve a determinação de constantes físicas.
- Newton, por exemplo, indicou que a força entre duas unidades de massa a uma unidade de distância seria a mesma para todos os tipos de matéria, em todas as posições do universo. Mas o próprio Newton não estimou o tamanho desta atração (**a constante gravitacional universal**).
- Ele não teve condições experimentais para estimá-la. Deixou a tarefa a ser feita. E tal tarefa tardou mais de 100 anos. E este tipo de articulação e complementação do paradigma que consiste em importante parte do trabalho da ciência normal.
 - E mesmo a determinação de Cavendish, do final do século XVIII, não esgotou o assunto. Novas determinações mais precisas foram feitas desde então. Articulando e desenvolvendo o paradigma da mecânica de Newton. Afinal, só faz sentido considerar-se a constante de gravitação universal se estivermos imersos no paradigma de Newton. É o paradigma que define o problema a ser pesquisado. Sem o paradigma não tem o problema. Não há um fato puro da natureza que seja a constante de gravitação universal.
- **Frequentemente um paradigma desenvolvido para um determinado conjunto de fenômenos é ambíguo na sua aplicação a outros fenômenos estreitamente relacionados. Neste caso experiências são necessárias para permitir uma escolha entre modos alternativos de aplicação do paradigma à nova área de interesse.**
 - Exemplo das aplicações da teoria calorífica (p50)
- **Problemas Teóricos da Ciência Normal**
- **Usar a teoria existente para prever informações fatuais dotadas de valor intrínseco.**
 - Estabelecimento de calendários astronômicos, computação de características de lentes, produção de curvas de propagação de ondas de rádio
 - São trabalhos mais para engenheiros que para cientistas e em geral não figuram nos periódicos importantes.
- **Manipulações da teoria motivadas a aumentar ou a aplicação do paradigma ou a precisão de alguma aplicação já feita.**
 - Como há sempre imensas dificuldades no estabelecimento de pontos de contato entre uma teoria e a natureza, estas dificuldades são sempre parte do trabalho do cientista normal.
 - A mecânica de Newton foi melhor projetada para se aplicar aos problemas celestes e precisou de muito desenvolvimento para se aplicar aos problemas terrestres.
 - Quanto à precisão, a aplicação da mecânica de Newton aos pêndulos, por exemplo, consideravam a bola do pêndulo como uma massa pontual, além de desprezar a resistência do ar, levando a problemas de precisão e diferença entre valores calculados e medidos.
 - Já na aplicação astronômica da mecânica, Newton deduziu as leis de Kepler, mas para fazer isso, teve que desconsiderar toda e qualquer atração gravitacional a exceção do sol e dos planetas individuais. Mas as leis de Kepler mesmo divergem de observações telescópicas às quais Newton aderiu com suas simplificações.

- Estas limitações no acordo entre a teoria e os fatos deixaram muitos problemas teóricos fascinantes para os sucessores de Newton resolverem praticando a ciência normal.
 - Não havia técnicas teóricas e matemáticas para tratar demovimentos simultâneos de mais de dois corpos de modo a ser possível investigar as perturbações nas órbitas dos planetas devido às atrações gravitacionais recíprocas.
 - Euler, Laplace, Gauss, todos contribuíram neste e em outros sentidos teóricos, todos motivados pelo melhor ajuste do paradigma aos fatos empíricos.
- **Problemas que visam à clarificação do paradigma por meio de sua reformulação.**
 - No início a mecânica de newton fornecia métodos muito mais “desajeitados” para resolver questões físicas terrestres do que os métodos do conjunto de técnicas desconexas (Galileu, Huyghens, Bernouli, d’Alembert,...).
 - Por isso, muitos dos mais brilhantes físicos-matemáticos (Euler, Lagrange, Hamilton, Jacobi, Hertz,...) esforçaram-se repetidamente para reformular a teoria mecânica sob uma forma equivalente, mas lógica e esteticamente mais satisfatória.
- Estas três classes de problemas...
 - determinação do fato significativo;
 - harmonização dos fatos com a teoria;
 - articulação da teoria
- ...esgotam a literatura da ciência normal, tanto teórica como empírica.
- A maioria esmagadora dos problemas que ocupam os melhores cientistas coincidem com uma das três categorias delineadas acima.

Capítulo 3 – Ciência Normal como Resolução de Quebra-cabeças

- A característica mais impressionante da pesquisa realizada na “ciência normal” é o **reduzido interesse dos cientistas em produzir grandes novidades**, quer seja no domínio dos conceitos, quer seja no domínio dos fenômenos.
- Quase sempre, em uma pesquisa em ciência normal, **conhece-se tudo de antemão**, inclusive o resultado principal que se pesquisa. Faz-se, em geral, um mero **teste de hipótese!**
- A gama de resultados esperados é sempre pequena. Uma investigação na qual o resultado não coincide com esta margem é considerada um **fracasso do cientista**.
- Mas se o objetivo da ciência normal não consiste em descobrir novidades substantivas e importantes, e se o fracasso em aproximar-se do resultado antecipado é geralmente considerado como um fracasso pessoal do cientista, então por que dedicar tanto trabalho a esses problemas? **Qual a motivação dos cientistas** que devotam suas vidas às atividades esotéricas da ciência normal?
- Parte da resposta já vimos. Os resultados da pesquisa em ciência normal contribuem para **umentar o alcance** e a precisão com os quais o paradigma pode ser aplicado.

- Mas **isso é pouco**. Ninguém consagra anos ao desenvolvimento de um equipamento ou técnica de pesquisa ou melhoria de um arranjo experimental simplesmente pela importância da informação obtida. Principalmente porque quase sempre **os dados podem ser obtidos** com boa precisão por **outros métodos** já conhecidos.
- O que interessa aos praticantes da ciência normal não são os dados, aos quais eles já têm antecipação por outros meios, mas o que lhes **interessa é o modo de alcançar estes dados** que vai testar e, eventualmente, **ajudar a corroborar o paradigma**.
 - “Resolver um problema da pesquisa normal é alcançar o antecipado de uma nova maneira. Isso requer a solução de todo o tipo de complexos **quebra-cabeças instrumentais, conceituais e matemáticos**. [...] O **desafio** apresentado pelo quebra-cabeça constitui uma parte importante da **motivação do cientista** para o trabalho.”(59)
- Os quebra-cabeças são problemas que servem para testar nossa engenhosidade. Como exemplo temos os quebra-cabeças de montar figuras e as palavras cruzadas. Mas **em que sentido estes jogos se assemelham aos problemas da ciência normal?**
 - Um bom quebra-cabeça **não depende do fato de seu resultado ser interessante** ou importante. Ao contrário, **os problemas mais importantes não são quebra-cabeças** (a mitigação da fome no mundo, o estabelecimento da paz duradoura,...)
 - Problemas que **não têm solução também não são quebra-cabeças** (juntar peças de dois quebra-cabeças distintos não fornece um quebra-cabeça novo, solucionável)
 - **Quebra-cabeças possuem solução**. Qualquer um que se dispõe a resolver um sabe disso. E este é uma característica importante dos problemas da ciência normal:
 - a existência ou, pelo menos, a **confiança do pesquisador de que há uma solução** para o problema que ele aborda.
 - “[...] uma comunidade científica, ao adquirir um paradigma, adquire igualmente um **critério para a escolha de problemas** que, enquanto o paradigma for aceito, poderemos considerar como **dotados de uma solução possível**. Numa larga medida, esses são os únicos problemas que a comunidade **admitirá como científicos** ou encorajará seus membros a resolver.” (60)
 - “Assim, um **paradigma pode** até mesmo **afastar** uma comunidade daqueles **problemas sociais relevantes** que não são redutíveis à forma de quebra-cabeça, pois não podem ser enunciados nos termos compatíveis com os instrumentos e conceitos proporcionados pelo paradigma” (60)
 - “Uma das razões pelas quais a ciência normal parece progredir tão rapidamente é a de que seus praticantes concentrarem-se em problemas que somente a sua falta de engenho pode impedir de resolver.” (60)
- “O empreendimento científico, no seu conjunto, revela sua utilidade de tempos em tempos, abre novos territórios, instaura ordem e testa crenças estabelecidas há muito tempo. Não obstante isso, o indivíduo empenhado num problema de pesquisa normal quase nunca está fazendo qualquer dessas coisas. Uma vez engajado em seu trabalho, sua motivação passa a ser bastante diversa. O que o incita ao trabalho é a convicção de que, se for suficientemente habilidoso, conseguirá solucionar um quebra-cabeça que ninguém até então resolveu ou, pelo menos, não resolveu tão bem.” (61)
- Outro aspecto do paralelismo entre os problemas da ciência normal e os quebra-cabeças:

- Há um quebra-cabeça não basta possuir solução. É preciso que haja **regras** que **limitam** tanto a **natureza das soluções** aceitáveis quanto os **passos** necessários para obtê-las.
- Montar um quadro, uma figura livre, com as peças de um quebra-cabeça não é solucioná-lo.
- Uma **solução exige** que todas as peças estejam com o lado da figura voltado para cima, que não haja espaços entre as peças e que, como resultado final, a **figura esperada se forme**.
 - “Por exemplo, os índices máximos de dispersão de elétrons que mais tarde seriam vistos como índices do comprimento de onda dos elétrons não possuíam nenhuma significação aparente quando foram observados e registrados pela primeira vez. Antes de se tornarem medida de alguma coisa, foi necessário relacioná-los a uma teoria que predissesse o comportamento ondulatório da matéria em movimento. E mesmo depois de essa relação ter sido estabelecida, o equipamento teve que ser reorganizado para que os resultados experimentais pudessem ser correlacionados sem equívocos com a teoria. Enquanto essas condições não foram satisfeitas, nenhum problema foi resolvido.” (62) → *não basta ter a figura, é preciso das regras de solução para que haja a solução de um quebra-cabeça*
 - “Durante todo o século XVIII, os cientistas que tentaram deduzir o movimento observado da Lua partindo das leis do movimento de Newton fracassaram sistematicamente. Em vista disso, alguns deles sugeriram a substituição da Lei do Quadrado das Distâncias por uma lei que se afastasse dessa quando se tratasse de pequenas distâncias. Contudo, fazer isso seria modificar o paradigma, definir um novo quebra-cabeça e deixar sem solução o antigo. Nessa situação, os cientistas preferiram manter as regras até que, em 1750, um deles descobriu como se poderia utilizá-las com sucesso.” (63)
- Mas quais são as **categorias principais sob as quais podemos enquadrar essas regras**?
 - A mais evidente e a mais coercitiva é a categoria dos **enunciados explícitos das leis, conceitos e teorias**.
 - Enquanto são reconhecidos, estes enunciados auxiliam na formulação de quebra-cabeças e na limitação das soluções aceitáveis.
 - “Por exemplo, as Leis de Newton desempenharam tais funções durante os séculos XVIII e XIX. Enquanto essa situação perdurou, a quantidade de matéria foi uma categoria ontológica fundamental para os físicos e as forças que atuam entre pedaços de matéria constituíram-se num dos tópicos dominantes para a pesquisa.” (63)
 - Num nível mais concreto que o das leis e teorias há as **regras relacionadas aos** muitos compromissos relativos a **tipos de instrumentos preferidos e a maneiras adequadas para utilizá-los**.
 - Mudanças de atitude com relação ao papel do fogo nas análises químicas do século XVII.
 - Resistência de fisiologistas do século XIX à aceitação da experimentação física como fonte de esclarecimentos ao seu campo de estudos.
 - Um nível mais elevado, “de caráter quase metafísico”, também regula a atividade da ciência normal.

- Após Descartes, “a maioria dos físicos começou a partir do pressuposto de que o Universo era composto por corpúsculos microscópicos e que todos os fenômenos naturais poderiam ser explicados em termos da forma, do tamanho, do movimento e da interação corpusculares. Esse conjunto de compromissos revelou possuir tanto dimensões metafísicas como metodológicas. No plano metafísico, indicava aos cientistas que espécies de entidades o Universo continha ou não continha – não havia nada além de matéria dotada de forma em movimento. No plano metodológico, indicava como deveriam ser as leis definitivas e as explicações fundamentais: leis devem especificar o movimento e a interação corpusculares; a explicação deve reduzir qualquer fenômeno natural a uma ação corpuscular regida por essas leis. O que é ainda mais importante, a concepção corpuscular do universo indicou aos cientistas um grande número de problemas que deveriam ser pesquisados.” (64-65)
 - Num último e mais alto grau de abstração existe o compromisso de qualquer cientista em “compreender o mundo e ampliar a precisão e o alcance da ordem que lhe foi imposta”.
 - Isso faz com que o cientista prescrite com grande minúcia empírica algum aspecto da natureza.
- É a existência dessa sólida rede de compromissos ou adesões – conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais – que habilita a metáfora da atividade da ciência normal como resolução de quebra-cabeças.
 - “Esses compromissos proporcionam ao praticante de uma especialidade amadurecida regras que lhe revelam a natureza do mundo e de sua ciência, permitindo-lhe assim concentrar-se com segurança nos problemas esotéricos definidos por tais regras e pelos conhecimentos existentes.” (66)
 - Apesar disso tudo, as regras não são elemento fundamental. As regras derivam-se dos paradigmas e pode, em princípio, haver paradigma mesmo na ausência de regras.

Capítulo 4 – A Prioridade dos Paradigmas

- O objetivo deste capítulo é analisar a relação entre regras e paradigmas para as atividades da ciência normal.
- Kuhn inicia se perguntando sobre como os historiadores da ciência isolam os pontos específicos de compromissos das comunidades científicas que acabam por se tornarem regras aceitas.
- E aqui ele apresenta mais uma definição de **paradigma**:
 - “um conjunto de ilustrações recorrentes e quase padronizadas de diferentes teorias nas suas aplicações conceituais, instrumentais e na observação. Essas são os paradigmas da comunidade, revelados nos seus manuais, conferências e exercícios de laboratório.” (67)
- “Apesar de ambiguidades ocasionais, os paradigmas de uma comunidade científica amadurecida podem ser determinados com relativa facilidade.” (68)

- Mas determinar os paradigmas compartilhados não é a mesma coisa que determinar as regras comuns ao grupo. Isso exige uma segunda etapa de trabalho do historiador, que muitas vezes é frustrada.
- “[...] a busca de regras revelar-se-á ao mesmo tempo mais difícil e menos satisfatória do que a busca de paradigmas.” (68)
- Uma regra, neste caso, seria uma generalização explícita que descreveria certas crenças comuns da comunidade. Mas muitas tentativas de formular explicitamente estas regras levariam a resultados que alguns dos próprios membros da comunidade estudada rejeitariam.
- Por que isso ocorre? Kuhn sugere a seguinte resposta:
 - “Cientistas podem concordar que um Newton, um Lavoisier, um Maxwell ou um Einstein produziram uma solução aparentemente duradoura para um grupo de problemas especialmente importantes e mesmo assim discordar, algumas vezes sem estarem conscientes disso, a respeito das características abstratas específicas que tornam essas soluções permanentes. Isto é, podem concordar na *identificação* de um paradigma, sem entretanto entrar num acordo (ou mesmo tentar obtê-lo) quanto a uma *interpretação* ou *racionalização* completa a respeito daquele. A falta de uma interpretação padronizada ou de uma redução a regras que goze de unanimidade não impede que um paradigma oriente a pesquisa.” (68-69)
- Mas esta resposta suscita problemas:
 - “Na ausência de um corpo adequado de regras, o que limita o cientista a uma tradição específica da ciência normal?” (69)
 - Como um paradigma pode ser diretamente acessado (inspecionado) sem que ele seja explicitamente traduzido em regras?
- Kuhn apela para a filosofia de Ludwig Wittgenstein para tentar responder a estas novas questões.
 - Segundo Kuhn, Wittgenstein se perguntava: “o que precisamos saber para utilizar termos como 'cadeira', 'folha' ou 'jogo' de uma maneira inequívoca e sem provocar discussões?” (69)
 - A resposta mais comum a esta pergunta é que sabemos, ou conscientemente ou intuitivamente, o que é uma cadeira, uma folha ou um jogo, conhecendo um determinado conjunto de atributos comuns a todos os jogos (ou cadeiras ou folhas) e somente a eles.
 - Mas a resposta de Wittgenstein, diferentemente, é que dada a maneira pela qual usamos a linguagem, este conjunto de características não é necessário. “Não existe nenhum conjunto que seja simultaneamente aplicável a todos os membros da classe e somente a eles” (70)
 - “Em vez disso, quando confrontados com uma atividade previamente desconhecida, aplicamos o termo 'jogo' porque o que estamos vendo possui uma grande 'semelhança de família' com uma série de atividades que aprendemos anteriormente a chamar por esse nome. Em suma, para Wittgenstein, jogos, cadeiras e folhas são famílias naturais, cada uma delas constituída por uma rede de semelhanças que se superpõem e se entrecruzam. (70)

- “Algo semelhante pode valer para os vários problemas e técnicas de pesquisa que surgem numa tradição específica da ciência normal. O que têm em comum não é o fato de satisfazer as exigências de algum conjunto de regras, explícito ou passível de uma descoberta completa – conjunto que dá à tradição o seu caráter e a sua autoridade sobre o espírito científico. Em lugar disso, podem relacionar-se por semelhança ou modelando-se numa ou noutra parte do *corpus* científico que a comunidade em questão já reconhece como uma de suas realizações confirmadas. Os cientistas trabalham a partir de modelos adquiridos através da educação ou da literatura a que são expostos posteriormente, muitas vezes sem conhecer ou precisar conhecer quais as características que proporcionam o status de paradigma comunitário a esses modelos. Por atuarem assim, os cientistas não necessitam de um conjunto completo de regras.” (70)
- Kuhn acrescenta que a análise, até este ponto é teórica (ou filosófica): é possível (existe a possibilidade) aos paradigmas determinarem a ciência normal sem a intervenção de regras passíveis de serem descobertas ou mesmo explicitadas.
- A esta argumentação sobre as possibilidades, Kuhn acrescenta razões pelas quais ele acredita que os paradigmas realmente operam desta maneira.
 - **A primeira razão** é a imensa dificuldade em descobrir e formular as regras que guiaram tradições específicas da ciência normal, da mesma forma que o filósofo tem dificuldade em determinar o que é comum a todos os jogos.
 - **A segunda razão** baseia-se na natureza da educação científica. Os cientistas aprendem conceitos, leis e teorias não isoladamente, mas em uma unidade histórica e pedagogicamente anterior, sempre em conjunto com aplicações.
 - As aplicações sempre acompanharão a teoria, inclusive nos manuais onde os futuros cientistas aprendem seu ofício. Elas não são apenas adorno ou documentação. As aplicações são essenciais ao processo de aprendizagem da teoria, incluindo a prática na resolução de problemas, seja com lápis e papel, seja em laboratório. Estes problemas o ocuparão durante toda sua carreira científica posterior.
 - Os cientistas “não estão em melhor situação que o leigo quando se trata de caracterizar as bases estabelecidas do seu campo de estudos, seus problemas e métodos legítimos. Se os cientistas chegam a aprender tais abstrações, demonstram-no através de sua habilidade para realizar pesquisas bem sucedidas. Contudo, essa habilidade pode ser entendida sem recurso às regras hipotéticas do jogo.” (72)
 - **A terceira razão** pela qual os paradigmas operam independentemente do estabelecimento de regras é explicada por Kuhn através da percepção do fato de que “a ciência normal pode avançar sem regras somente enquanto a comunidade científica relevante aceitar sem questões as soluções de problemas específicas já obtidas. Por conseguinte, as regras deveriam assumir importância e a flauta de interesse que as cerca deveria desvanecer-se sempre que os paradigmas ou modelos pareçam inseguros. É exatamente isso que ocorre.” (72)
 - “Quando os cientistas não estão de acordo sobre a existência ou não de soluções para os problemas fundamentais de sua área de estudos, então a busca de regras adquire uma função que não possui normalmente. Contudo, enquanto os

paradigmas permanecem seguros, eles podem funcionar sem que haja necessidade de um acordo sobre as razões de seu emprego ou mesmo sem qualquer tentativa de racionalização. (73-74)

- **A quarta razão** da prioridade dos paradigmas em relação às regras é que “a substituição de regras por paradigmas deveria facilitar a compreensão da diversidade de campos e especializações científicas.” (74)
 - As regras explícitas, quanto existem são em geral comuns a um grupo científico bastante amplo. Mas isso não precisa ocorrer com os paradigmas
 - Cientistas de especialidades muito afastadas (botânica taxonômica e astronomia), educam-se segundo realizações científicas muito distintas, descritas em livros de natureza bastante diferente.
 - E mesmo os campos estreitamente relacionados, cujos praticantes iniciam seus estudos por livros e realizações científicas idênticos, eles podem adquirir paradigmas bastante diferentes no curso de sua especialização profissional.
 - Muitos físicos, no decurso de sua formação, aprendem determinadas leis (digamos, da Mecânica Quântica) e as empregam em algum momento de suas pesquisas ou tarefas didáticas. Mas nem todos aprendem as mesmas aplicações destas leis e, por isso, não são afetados da mesma maneira pelas mudanças na prática da Mecânica Quântica. Apenas alguns especialistas entram em contato com os princípios básicos da Mecânica Quântica. Outros estudam detalhadamente as aplicações paradigmáticas desses princípios à Química, outros ainda à Física dos Estados Sólidos, ...
 - “O significado que a Mecânica Quântica possui para cada um deles depende dos cursos frequentados , dos textos lidos e dos periódicos estudados. Conclui-se daí que, embora uma modificação nas leis mecânico-quânticas seja revolucionária para todos esses grupos, uma modificação que reflete apenas uma ou outra aplicação do paradigma será revolucionária somente para os membros de uma subespecialidade profissional específica. Para o restante dos especialistas e praticantes de outras ciências físicas esta modificação não precisa necessariamente ser revolucionária.” (75)
 - “Embora a Mecânica Quântica seja um paradigma para muitos grupos científicos, não é o mesmo paradihma em todos esses casos. Por isso pode dar origem simultaneamente a diversas tradições da ciência normal que coincidem parcialmente, sem serem coexistentes. Uma revolução produzida no interior de uma dessas tradições não se estenderá necessariamente às outras.” (75)
 - Exemplo da pergunta sobre se um único átomo de hélio é ou não uma molécula. O químico eminente responde que **sim** (pois ele se comportava como tal segundo o ponto de vista da teoria cinética dos gases) e o físico que **não** (pois não apresentava um espectro molecular). Cada um dando razões internas a seus próprios paradigmas. As experiências diferentes na resolução de problemas diferentes dos cientistas lhes indicaram de modo diverso o que uma molécula deve ser.

Capítulo 5 - A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

- Apesar de a ciência normal explicar muito bem a alta cumulatividade e o grande sucesso em continuamente ampliar a precisão e o alcance da ciência, ela não consegue explicar uma outra característica comumente atribuída ao conhecimento científico.
 - *A ciência normal não explica as novidades (as grandes descobertas) nem no terreno dos fatos, nem no das teorias. Quando ela é bem sucedida, ela não as encontra!*
- Mas os cientistas têm constantemente inventado teorias radicalmente novas. Como explicar este fato? Qual a relação conflituosa entre novidade em ciência e os paradigmas? Quando se consolida uma descoberta científica? Estas são as questões que este capítulo tenta responder.
- Thomas Kuhn afirma que a própria ciência normal caracteriza-se como um meio eficiente para a produção de surpresas: “a pesquisa orientada por paradigma [é] um meio particularmente eficaz de induzir a mudanças nesses mesmos paradigmas que a orientam.” (78)
- Há, então, uma aparente contradição aqui. Por um lado a ciência normal não admite nem explica as novidades. Enquanto ela é bem sucedida, as novidades não são encontradas. Por outro lado a própria ciência normal é eficiente para induzir mudanças nos paradigmas!!
 - O objetivo deste capítulo é explicar como isso se dá e resolver esta aparente contradição.
- Um primeiro ponto que Kuhn aborda é que a suposta distinção entre **descoberta** (novidade relativa a *fatos*) e **invenção** (novidade concernente a *teoria*), e a própria distinção entre **fato** e **teoria** se revelará excessivamente artificial quando examinamos a história da ciência.
- “No restante deste capítulo examinaremos descobertas escolhidas e descobriremos rapidamente que elas não são eventos isolados, mas episódios prolongados, dotados de uma estrutura que reaparece regularmente.
 - A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal.
 - Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia. Esse trabalho somente se encerra quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo se tenha convertido no esperado.
 - A assimilação de um novo tipo de fato exige mais do que um ajustamento aditivo da teoria.
 - Até que tal ajustamento tenha sido completado – até que o cientista tenha aprendido a ver a natureza de um modo diferente – o novo não será considerado completamente científico. (78)
- **EXEMPLO DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO**
 - Evidenciará como as novidades fatuais e teóricas estão entrelaçadas na descoberta científica.
 - O progresso da ciência normal preparou o caminho para uma ruptura radical.
 - Atribui-se a **Scheele**, um farmacêutico sueco, a preparação da primeira amostra

relativamente pura do gás.

- Mas como Scheele publicou seu trabalho depois de a descoberta ter sido repetidamente anunciada por outros, ele não teve qualquer influência sobre o modelo histórico da “descoberta”.
- O clérigo britânico Joseph **Priestley**, segundo pretendente da descoberta, recolheu o gás liberado pelo óxido de mercúrio vermelho aquecido.
 - Este trabalho estava no contexto de pesquisa de ciência normal e buscava investigar os “ares” liberados por um grande número de substâncias sólidas.
 - Em 1774 Priestley identificou este gás como *óxido nitroso*.
 - Em 1775, após mais testes, identificou-o como *ar comum com menos flogisto que o usual*.
- **Lavoisier**, o terceiro pretendente a descobridor do oxigênio, iniciou suas pesquisa no assunto após o experimento de 1774 de Priestley.
 - Em 1775, Lavoisier descreveu o gás obtido do aquecimento do óxido de mercúrio vermelho como *“o próprio ar, inteiro, sem alteração (exceto que) ... surge mais puro, mais respirável”* (79)
 - Em 1777, *“Lavoisier concluiu que esse gás constituía uma categoria especial, sendo um dos dois principais componentes da atmosfera”* (80) → este passo além, Priestley nunca foi capaz de aceitar.
- Eis duas questões intrigantes e mais complicadas do que parecem:
 - *Quem, Priestley ou Lavoisier, descobriu primeiro o oxigênio?*
 - *Quando foi descoberto o oxigênio?*
- O objetivo não é chegar a uma decisão sobre prioridades e datas, mas apenas utilizar a tentativa de responder a estas perguntas como meio de esclarecer a natureza das descobertas científicas.
- Kuhn argumenta que “a descoberta não é o tipo de processo a respeito do qual seja apropriado colocar tais questões”. A dificuldade (ou impossibilidade) de se chegar a uma resposta nos ajudará a entender a natureza das descobertas, e esclarecerá porque a distinção entre fato e teoria é tão artificial.
 - **Por um lado**, foi *Priestley* quem primeiro isolou o gás que mais tarde foi reconhecido (não por ele) como um elemento distinto (o oxigênio).
 - Mas se foi Priestley o descobridor, quando a descoberta se deu? Em 1774 ele achava erroneamente que este gás era “óxido nitroso” (uma substância já conhecida na época) e em 1775 achava que era “ar desflogistizado”, o que não é oxigênio nem mesmo uma substância muito especial ou inesperada por químicos ligados à teoria do flogisto.
 - Mas se não foi Priestley o descobridor do oxigênio, tampouco foi Lavoisier em 1775, uma vez que ele identificou o gás como “o próprio ar, inteiro”.
 - Foi apenas nos trabalhos de 1776 e 1777 que Lavoisier não só viu o gás, mas também viu **“o que o gás era”**.
 - Mas ainda aqui é possível contestar a descoberta, já que a partir de 1777, Lavoisier

insistiu que o oxigênio era “um princípio de acidez”.

- Será então que o oxigênio ainda não tinha sido descoberto em 1777? Se você está tentando assim considerar, então saiba que o “princípio de acidez” só foi banido da Química depois de 1810, época em que o oxigênio já havia sido reconhecido como substância química padrão.
- Kuhn argumenta que “**necessitamos de novos conceitos e novo vocabulário para analisar eventos como a descoberta do oxigênio. A proposição 'o oxigênio foi descoberto', embora indubitavelmente correta, é enganadora, pois sugere que descobrir alguma coisa é um ato simples, único, assimilável ao nosso conceito habitual (e igualmente questionável) de visão**” (81)
- Erroneamente, por isso, supomos que descobrir, como ver ou tocar, possa ser inequivocamente atribuído a um indivíduo e a um momento determinado no tempo.
- O oxigênio não foi descoberto antes de 1774. Foi por volta de 1777 ou pouco depois. Qualquer tentativa de ser mais preciso será **inevitavelmente arbitrária**.
 - “**A descoberta de um novo tipo de fenômeno é necessariamente um acontecimento complexo, que envolve o reconhecimento tanto da existência de algo, como de sua natureza.**” (81)
 - Se considerássemos, ainda hoje, que o oxigênio é ar desflogistizado, então reconheceríamos, sem qualquer problema, a primazia da descoberta a Priestley.
 - “**Mas se tanto a observação como a conceitualização, o fato e a assimilação à teoria, estão inesperadamente ligados à descoberta, então esta é um processo que exige tempo.**” (81)
 - Se estamos diante de um fenômeno novo, estas duas categorias (observação e conceitualização) não estarão preparadas de antemão.
- **QUESTÃO:** Já admitimos que a descoberta envolve um processo de assimilação conceitual amplo e muitas vezes prolongado. Mas será que este processo envolve necessariamente a modificação no paradigma?
 - Ainda não temos argumento para dar uma resposta geral a esta questão. Mas, pelo menos no caso do oxigênio, a resposta é afirmativa.
 - Nos trabalhos posteriores a 1777, Lavoisier não anunciou a descoberta do oxigênio, mas construiu a “teoria da combustão pelo oxigênio”. Rompeu com o paradigma do flogisto e deu o passo inicial para uma reformulação tão ampla da Química que esta veio a ser chamada de “Revolução Química”.
- Mas “muito antes de desempenhar qualquer papel na descoberta de um novo gás, Lavoisier convenceu-se de que **havia algo errado com a teoria flogística**”.
 - Convenceu-se também de que corpos em combustão absorvem uma parte da atmosfera. Há uma nota de 1772 que registra estas suas convicções.
 - Ao pesquisar sobre o oxigênio, estas suas impressões anteriores foram tomando forma.
 - **O oxigênio, como o conhecemos hoje, pode ser definido como “a substância que a combustão subtrai da atmosfera”. Esta interpretação é o mínimo de contrapartida teórica que tem que estar unida ao fato da substância material que foi isolada, para**

que possamos afirmar que houve a “descoberta” do oxigênio.

- “Essa consciência prévia das dificuldades [da teoria do flogisto] deve ter sido uma parte significativa daquilo que permitiu a Lavoisier ver nas experiências semelhantes às de Priestley um gás que o próprio Priestley fora incapaz de perceber. Inversamente, o fato de que era necessário uma revisão importante no paradigma para que se pudesse ver o que Lavoisier viu, deve ter sido a razão principal para Priestley ter permanecido, até o fim de sua vida, incapaz de vê-lo. (82-83)
- **EXEMPLO DA DESCOBERTA DOS RAIOS X** (caso clássico de descoberta por acidente)
 - Em uma pesquisa “normal” sobre os raios catódicos, o físico **Roentgen** notou que “uma tela de cianeto e bário, colocada a certa distância de sua aparelhagem protetora, brilhava quando se produzia uma descarga. Investigações posteriores [...] indicaram que a causa do brilho provinha do tubo de raios catódicos, que a radiação projetava sombras e que não podia ser desviada por um ímã, além de muitas outras coisas.” (83)
 - “Antes de anunciar sua descoberta, Roentgen convencera a si próprio que esse efeito não se devia aos raios catódicos, mas a um agente dotado de alguma semelhança com a luz.” (83)
 - Tanto quanto no caso do oxigênio, cuja descoberta iniciou-se com experimentos que não produziam os resultados esperados pela teoria do flogisto, a descoberta de Roentgen começa com o reconhecimento de que sua tela brilhava quando não devia fazê-lo.
 - Há em ambos os casos a percepção de uma anomalia, um fenômeno para o qual o paradigma não prepara o investigador.
 - Esta percepção da anomalia foi apenas o prelúdio de ambas as descobertas.
 - Houve um processo ulterior de experimentação e assimilação.
 - Em que momento da investigação de Roentgen podemos dizer que os raios X foram realmente descobertos? Quando ele viu a chapa brilhar pela primeira vez? Ou na última semana de suas investigações, quando ele já estava explorando as propriedades desta nova radiação?
 - Diferentemente da descoberta do oxigênio, a dos raios X não permaneceu uma década implicada em algum transtorno básico da teoria científica. (Ele formulou sua teoria em 7 semanas)
 - Em que sentido, então, seria possível afirmar que a assimilação desta descoberta exigiria uma mudança de paradigma?
 - Por um lado, há algumas boas razões para recusar esta mudança.
 - Mas por outro lado, não há dúvidas de que os paradigmas aceitos por Roentgen e seus contemporâneos não poderiam ter sido usados para **predizer** os raios X.
 - No entanto, nenhum desses paradigmas proibia a existência de raios X, tal como a teoria do flogisto proibira a interpretação de Lavoisier a respeito do gás de Priestley.
 - Então, “por que os raios X não puderam ser aceitos como uma nova forma de manifestação de uma classe bem conhecida de fenômenos naturais?” (85)

- Àquela época, a tabela periódica estava cheia de buracos, e fazia parte da agenda da ciência normal “procurar” pelos elementos químicos que a completassem. Por que a descoberta dos raios X não foi recebida da mesma forma que se recebia a descoberta desses novos elementos, como um evento da ciência normal?
 - É porque, embora não proibida pelas teorias estabelecidas, a existência dos raios X violava expectativas profundamente arraigadas. E estas expectativas estavam implícitas nos procedimentos de laboratório admitidos à época.
 - Muitos outros equipamentos de raios catódicos deveriam estar produzindo estes mesmos raios Europa afora. Muitos equipamentos talvez tivessem que ser protegidos por chumbo e muitos experimentos produzidos com eles, talvez tivessem que ser refeitos, para aniquilar as interferências não percebidas dos raios X.
 - Esta descoberta não só abriu novos campos de investigação, como também, principalmente, modificou campos já existentes ao negar a determinados tipos de instrumentação que anteriormente eram considerados paradigmáticos, que continuassem a ser utilizados como o eram.
 - A descoberta dos raios X não representou contradição às principais expectativas teóricas, mas representou sim, contradição a expectativas instrumentais.
 - Estas expectativas instrumentais são tão importantes para o paradigma quanto as teóricas. Elas têm lugar cativo na ciência normal. *“Os procedimentos e aplicações do paradigma são tão necessários à ciência como as leis e teorias paradigmáticas – e têm os mesmos efeitos. Restringem inevitavelmente o campo fenomenológico acessível em qualquer momento da investigação científica.”* (87)
 - É por causa disso que podemos afirmar que uma descoberta como a dos raios X também exige mudança de paradigma, e portanto mudança nos procedimentos e expectativas para uma fração especial da comunidade científica.
- **EXEMPLO DA DESCOBERTA DA GARRAFA DE LEYDEN** (descoberta induzida pela teoria)
 - Uma descoberta, um novo fato induzido pela teoria parece algo paradoxal, pois muito do que foi dito até agora sugere que as descobertas preditas pela teoria fazem parte da ciência normal e não produzem *novos tipos* de fatos.
 - *“Mas nem todas as teorias são paradigmáticas. Tanto os períodos pré-paradigmáticos, como durante as crises que conduzem a mudanças em grande escala do paradigma, os cientistas costumam desenvolver muitas teorias especulativas e desarticuladas, capazes de indicar o caminho para novas descobertas.”* (87-88)
 - *Muitas vezes, entretanto, essa descoberta não é exatamente a antecipada pela hipótese especulativa e experimental. Somente depois de articularmos estreitamente a experiência e a teoria experimental, pode surgir a descoberta e a teorica converter-se em paradigma.”* (88)
 - A descoberta da *Garrafa de Leyden* apresenta todos estes traços.
 - No início do processo de descobrimento, não havia paradigma único para a pesquisa elétrica. Diversas teorias competiam entre si, sem que nenhuma delas organizasse muito bem toda a variedade de fenômenos elétricos.
 - Uma das escolas concebeu a eletricidade como um fluido, o que levou vários

cientistas a tentar engarrafar este tal fluido.

- Várias experiências foram tentadas e o instrumento emergiu lentamente, sendo aos poucos aperfeiçoado, sendo novamente impossível precisar o momento da descoberta.
- “As [próprias] experiências que propiciaram o surgimento desse aparelho eram exatamente aquelas que tornaram necessária a revisão drástica da teoria do fluido, proporcionando assim o primeiro paradigma completo para os fenômenos ligados à eletricidade.” (89)
- “As características comuns aos três exemplos acima são traços de todas as descobertas das quais emergem novos tipos de fenômenos. Essas características incluem:
 - a consciência prévia da anomalia,
 - a emergência gradual e simultânea de um reconhecimento tanto no plano conceitual como no plano da observação e a conseqüente mudança das categorias e procedimentos paradigmáticos.” (89)
- Kuhn argumenta que há, inclusive, provas de que estas mesmas características fazem parte da natureza do próprio processo perceptivo.
- **O EXPERIMENTO COM AS CARTAS DE BARALHO ANÔMALAS**
- Os pesquisadores psicólogos *Bruner* e *Postman* realizaram uma experiência com cartas de baralho que ilustra bem este aspecto de nosso processo perceptivo:
 - Era solicitado a pessoas que identificassem uma série de cartas de baralho, mediante uma exposição rápida.
 - A maioria das cartas eram normais, mas entre elas haviam algumas modificadas, como, por exemplo, **um seis de espadas vermelho** ou um **quatro de copas preto**.
 - Quando o tempo de exposição era bem pequeno, a maioria dos indivíduos identificava corretamente as cartas normais e **identificava, sem hesitação, as cartas modificadas em alguma categoria normal próxima**.
 - Por exemplo, um quatro de copas preto era tomado por um quatro de espadas, ou por um quatro de copas. Sem dúvida ou hesitação.
 - Quando os indivíduos não tinham qualquer consciência da anomalia, os desvios eram imediatamente adaptados a uma das categorias conceituais preparadas pela experiência prévia.
 - Aumentando o tempo de exposição das cartas anômalas, os entrevistados começaram a hesitar e a demonstrar consciência da anomalia.
 - Por exemplo, diante de um seis de espadas vermelho alguns disseram: “isto é um seis de espadas, mas há algo de errado com ele – o preto tem um contorno vermelho.”
 - Aumentando mais ainda a exposição, a hesitação e confusão foi ainda maior, até que, finalmente, algumas vezes de modo repentino, a maioria dos indivíduos passou a fazer a identificação correta sem hesitação.
 - Além disso, depois de duas ou três repetições com caras anômalas, já não tinham mais dificuldade com as restantes.

- No entanto, alguns entrevistados não foram capazes de realizar a adaptação de suas categorias para reconhecer adequadamente as cartas anômalas mesmo quando o tempo de exposição era 40 vezes maior do que o necessário para reconhecer cartas normais. Eles fracassaram em reconhecer mais de 10% das cartas anômalas.
- Estes indivíduos experimentavam, muitas vezes, grande aflição:
 - “não posso fazer a distinção, seja lá qual for. Desta vez nem parecia ser uma carta. Já não sei sua cor, nem se é de espadas ou copas. Não estou seguro nem mesmo a respeito do que é uma carta de copas. Meu Deus” (90)
- “Seja como metáfora, seja porque reflita a natureza da mente, essa experiência psicológica proporciona um esquema maravilhosamente simples e convincente do processo de descoberta científica. Na ciência, assim como na experiência com as cartas do baralho, a novidade somente emerge com dificuldade (dificuldade que se manifesta através de uma resistência) contra um pano de fundo fornecido pelas expectativas.” (90-91)
- “Inicialmente experimentamos somente o que é habitual e previsto, mesmo em circunstâncias nas quais mais tarde se observará uma anomalia. Contudo, uma maior familiaridade dá origem à consciência de uma anomalia ou permite relacionar o fato a algo que anteriormente não ocorreu conforme o previsto. Essa consciência da anomalia inaugura um período no qual as categorias conceituais são adaptadas até que o que inicialmente era considerado anômalo se converta no previsto. Nesse momento completa-se a descoberta.” (91)
- **POR QUE A CIÊNCIA NORMAL, QUE NÃO É DIRIGIDA PARA A NOVIADADE, É TÃO EFICAZ EM PROVOCÁ-LAS**
 - O estabelecimento de um paradigma, que explica as observações e experiências facilmente acessíveis aos praticantes daquela ciência, exige um posterior desenvolvimento, que requer a elaboração de novo vocabulário, técnicas esotéricas, e refinamento conceitual que se distanciam cada vez mais dos protótipos habituais do senso comum com relação aos fenômenos estudados.
 - Por um lado, essa profissionalização restringe muito a visão do cientista e cria uma considerável resistência à mudança de paradigma. A ciência se enrijece.
 - Por outro lado, a ciência normal conduz a uma informação detalhada e a uma precisão da integração entre observação e teoria que não seria atingida de outra maneira.
 - Sem os instrumentos e técnicas construídos para fins previamente estabelecidos pelo paradigma, os resultados que conduzem às novidades poderiam não ocorrer.
 - “A novidade normalmente emerge apenas para aquele que, sabendo com precisão o que deveria esperar, é capaz de reconhecer que algo saiu errado. A anomalia aparece somente contra o pano de fundo proporcionado pelo paradigma.” (92)

Capítulo 6 - As Crises e a Emergência das Teorias Científicas

- As descobertas científicas, conforme vimos no capítulo passado, não são as únicas fontes de mudança de paradigmas. Examinaremos, neste capítulo, mudanças similares, mas em geral bem mais amplas, que são o resultado da invenção de novas teorias.
- Já foi mencionado que, em ciência, os pares de conceito *fato-teoria* e *descoberta-*

invenção não são categorias permanentemente distintas. Vamos reforçar ainda mais este ponto apresentando, agora, novamente o caso do oxigênio, mas não como *descoberta*, e sim como *invenção*.

- Nem toda mudança de paradigma é motivada por novas descobertas. As descobertas não são responsáveis (pelo menos não isoladamente) pelas seguintes alterações de paradigmas:
 - revolução copernicana;
 - revolução newtoniana;
 - revolução química;
 - revolução einsteiniana;
 - teoria ondulatória da luz;
 - teoria dinâmica do calor;
 - teoria eletromagnética de Maxwell.
- “Como podem tais teorias brotar da ciência normal, uma atividade que não visa realizar descobertas e menos ainda produzir teorias?” (94)
- Novamente, como no caso das descobertas, a consciência da anomalia será um pré-requisito ainda mais essencial para todas as mudanças teóricas aceitáveis. “Penso que a esse respeito a evidência histórica é totalmente inequívoca.” (94)
- Citemos alguns exemplos das anomalias que antecederam mudanças teóricas:
 - “A **Astronomia Ptolomaica** estava numa situação escandalosa, antes dos trabalhos de Copérnico.”
 - “As **contribuições de Galileu ao estudo do movimento** estão estreitamente relacionadas com as dificuldades descobertas na teoria aristotélica pelos críticos escolásticos.”
 - “A **nova teoria de Newton sobre a luz e a cor** originou-se da descoberta de que nenhuma das teorias pré-paradigmáticas existentes explicava o comprimento do espectro.”
 - “A **teoria Ondulatória** que substituiu a newtoniana foi anunciada em meio a uma preocupação cada vez maior com as anomalias presentes na relação entre a teoria de Newton e os efeitos de polarização e refração.”
 - “A **Termodinâmica** nasceu da colisão de duas teoria físicas existentes no século XIX.”
 - “A **Mecânica Quântica** [nasceu] de diversas dificuldades que rodeavam os calores específicos, o efeito fotoelétrico e a radiação de um corpo negro.” (94-95)
- A persistência da anomalia nestes casos (exceto no de Newton) era longa, de modo a caracterizar uma crise crescente.
- “A emergência de novas teorias é geralmente precedida por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnicas da ciência normal” (95)
- “Essa insegurança é gerada pelo fracasso constante dos quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados. O fracasso das regras existentes é o prelúdio para

uma busca de novas regras” (95)

- Vamos analisar alguns exemplos históricos que instanciam este padrão para a emergência de novas teorias.
- **CASO DO SURGIMENTO DA ASTRONOMIA COPERNICANA**
 - O sistema ptolomaico foi elaborado entre 200 a.C. e 200 d.C. Foi muito bem sucedido em diversas previsões, tais como o posicionamento e movimento das estrelas e planetas.
 - A astronomia ptolomaica é ainda hoje amplamente usada para cálculos aproximados e com relação aos planetas é tão boa quanto a astronomia copernicana.
 - Mas as posições planetárias e equinócios previstos nunca se ajustaram perfeitamente às melhores observações.
 - Para os sucessores de Ptolomeu, as diversas discrepâncias da teoria constituíram-se na principal fonte de problemas para a pesquisa normal.
 - E durante muito tempo assim ocorreu. Cada uma das discrepâncias individuais era estudada e resolvida recorrendo-se a alguma adaptação especial do sistema, recorrendo-se principalmente a epicíclis.
 - Com o passar do tempo, a complexidade da astronomia aumentou muito, “mais rapidamente que sua precisão”. As correções eram sempre específicas (*ad hoc*) e inevitavelmente reapareceriam em outras observações.
 - O reconhecimento destas dificuldades foi bastante lento.
 - Século XIII (Afonso X) - “Se Deus o houvesse consultado ao criar o universo, teria recebido bons conselhos.”
 - Século XVI
 - (Domênico de Novara) - “Nenhum sistema tão complicado e impreciso como se tornara o ptolomaico poderia ser realmente a expressão da natureza.”
 - (Copérnico) - “a tradição astronômica que herdara acabara criando tão somente um monstro.”
 - “No início do século XVI, um número crescente dentre os melhores astrônomos europeus reconhecia que o paradigma astronômico estava fracassando nas aplicações a seus próprios problemas tradicionais.” (97)
- **CASO DA EMERGÊNCIA DA TEORIA SOBRE A COMBUSTÃO DO OXIGÊNIO**
 - Após 1770, muitos fatores se combinaram para gerar uma crise na Química.
 - O nascimento da Química Pneumática e a questão das relações de peso, estão entre os principais destes fatores.
 - No século XVII, a bomba de ar foi desenvolvida e passou a ser utilizada nas experiências químicas.
 - Durante o século seguinte, gradualmente os químicos passaram a compreender que o ar devia ser um ingrediente ativo nas reações químicas.
 - No entanto, continuaram acreditando que o ar era a única espécie de gás existente.

- Em 1756, Joseph Black isolou o CO₂ (ar fixo).
 - Após Black houve um rápido progresso na investigação sobre gases com os trabalhos de Cavendish, Priestley, Scheele. Eles desenvolveram diversas técnicas capazes de distinguir diferentes gases.
 - Todos eles acreditavam na teoria flogística. Utilizavam-na no planejamento e interpretação de suas experiências.
 - Embora nenhum destes químicos tenha sugerido que a teoria do flogisto devesse ser substituída, todos eles encontraram dificuldades em aplicá-la de maneira coerente aos diversos fenômenos que estudavam.
 - “Quando, a partir de 1770, Lavoisier iniciou suas experiências com o ar, havia tantas versões da teoria do flogisto como químicos pneumáticos. Esta proliferação de versões de uma teoria é um sintoma muito usual de crise.” (98-99)
 - Outro problema que Lavoisier enfrentou era o de explicar o aumento de peso que muitos corpos experimentam quando queimados ou aquecidos. Aumento este que contradiz a teoria do flogisto.
 - Diversos pesquisadores no século XVII concluíram, com base nestes mesmos fatos, que “um metal aquecido incorpora alguns ingredientes da atmosfera.”
 - Muitos outros, no entanto, consideraram esta conclusão desnecessária. Se reações químicas alteram volume, cor e textura dos ingredientes, por que não poderiam alterar o peso?
 - Veja o interesse deste tipo de conclusão. A alteração de peso, para estes cientistas, seria uma TRANSFORMAÇÃO. Mas o senso comum que se desenvolveu depois da universalização da mecânica de Newton é que o peso está de alguma forma relacionado com a quantidade de matéria. Então, para nós, o aumento de peso não seria transformação, mas CRIAÇÃO.
 - Mas o aumento de peso mediante combustão ou aquecimento continuou sendo visto como fenômeno isolado. Para a maioria dos casos, ocorria perda de peso nestas circunstâncias, tal como previa a teoria do flogisto.
 - No século XVIII, os químicos encontraram muitos outros casos de aumento de peso, que contrariavam a teoria do flogisto.
 - A adoção da balança como instrumento padrão da Química e “a assimilação gradual da teoria gravitacional de Newton acabou por forçar a interpretação de que o aumento de peso deveria significar um aumento na quantidade de matéria.” (99)
 - Estas conclusões não levaram à rejeição da teoria flogística, mas a diversos ajustes e versões diferenciadas dela e estimularam “um número cada vez maior de estudos especiais nos quais esse problema tinha grande importância” (100)
 - “Embora ainda fosse considerado e aceito como um instrumento de trabalho útil, o paradigma da Química do século XVIII estava perdendo gradualmente seu status ímpar. Cada vez mais as investigações por ele orientadas assemelhavam-se às levadas a cabo sob a direção de escolas competidoras do período pré-paradigmático – outro efeito típico da crise.” (100)
- **CASO DA INVENÇÃO DA TEORIA DA RELATIVIDADE**

- Uma das raízes da crise da Física do final do século XIX, que abriu caminho para a emergência da Teoria da Relatividade, “data do fim do século XVIII, quando diversos estudiosos da Filosofia da Natureza, e especialmente Leibniz, criticaram Newton por ter mantido uma versão atualizada da concepção clássica do espaço absoluto.
 - Esta crítica não era propriamente científica, uma vez que seus proponentes “não sonhavam que a transição para um sistema relativista pudesse ter consequências do ponto de vista da observação. Em nenhum momento relacionaram suas concepções com os problemas que se apresentavam quando da aplicação da teoria de Newton à natureza.” (101)
 - Era uma crítica filosófica, e não científica!!
 - Isso fez com que suas críticas desaparecessem e não interferissem na pesquisa normal da Física. Reaparecendo novamente só no final do século XIX, agora sim diretamente relacionada com a prática da Física.
 - A aceitação da teoria ondulatória da luz, por volta de 1815, levou ao problema da constatação empírica de sua propagação neste meio (o éter mecânico), propagação esta que seria governada pelas leis de Newton.
 - Mas nem as observações celestes nem as experiências terrestres conseguiam constatar este fato.
 - “Durante décadas, no século XIX, Fresnel, Stokes e outros conceberam numerosas articulações da teoria do éter, detinadas a explicar o fracasso na observação do deslocamento.” (101)
 - Estas articulações foram em parte bem sucedidas e conseguiram evitar maiores conflitos.
 - Mas com a aceitação gradual da teoria eletromagnética de Maxwell, nas últimas décadas do século XIX, a situação mudou.
 - Apesar de o próprio Maxwell ser um newtoniano que acreditava no éter mecânico, sua teoria jamais conseguiu ser articulada com esta concepção.
 - “A teoria de Maxwell apesar de sua origem newtoniana, acabou produzindo uma crise no paradigma do qual emergira” (102)
 - “Os anos posteriores a 1890 testemunharam uma longa série de tentativas, tanto experimentais como teóricas, para detectar o movimento relacionado com o éter e introduzir este último na teoria de Maxwell.” (102-103)
 - “O resultado final foi precisamente aquela proliferação de teorias que mostramos ser concomitante com as crises. Foi neste contexto histórico que, em 1905, emergiu a teoria especial da relatividade de Einstein.” (103)
- **CONSIDERAÇÕES**
 - Em cada um destes exemplos, uma nova teoria surgiu apenas após uma série de fracassos na atividade da ciência normal de resolução de problemas.
 - Houve, pelo menos uma ou duas décadas de proliferação de teorias e fracassos (crise) antes do enunciado da nova teoria, que vem em resposta direta à crise.
 - Outra característica comum a estes problemas, “que pode reforçar a importância do papel da crise: a solução para cada um deles foi antecipada, pelo menos parcialmente,

em um período no qual a ciência correspondente não estava em crise. Tais antecipações foram ignoradas, precisamente por não haver crise. (103)

- A antecipação mais completa e famosa é a antecipação da teoria de Copérnico por Aristarco, já no século III a.C.
 - “Quando a sugestão de Aristarco foi feita, o sistema geocêntrico, que era muito mais razoável do que o heliocêntrico, não apresentava qualquer problema que pudesse ser solucionado por este último. Todo o desenvolvimento da astronomia ptolomaica, tanto seus triunfos, como seus fracassos, ocorreram nos séculos posteriores à proposta de Aristarco.” (104)
 - Não havia razões óbvias para levar as propostas de Aristarco à sério. As observações disponíveis, que serviam de teste, não forneciam base suficiente para uma escolha entre essas teorias.
- Da mesma forma, uma das razões pelas quais as teorias da combustão por absorção da atmosfera do século XVII não conseguiram apoio satisfatório foi por não disporem de contato com qualquer problema reconhecido pela prática científica normal.
- “Os estudiosos da Filosofia da Ciência demonstraram repetidamente que mais de uma construção teórica pode ser aplicada a um conjunto de dados determinado, qualquer que seja o caso considerado. A História da Ciência indica que, sobretudo nos primeiros estágios, de desenvolvimento de um novo paradigma, não é muito difícil inventar tais alternativas.” (105)
- Mas precisamente esta invenção de alternativas é muito rara. Ocorre apenas no período pré-paradigmático e em ocasiões muito especiais de sua evolução subsequente (as crises).
- “Enquanto os instrumentos proporcionados por um paradigma continuam capazes de resolver os problemas que este define, a ciência move-se com maior rapidez e aprofunda-se ainda mais através da utilização confiante destes instrumentos. A razão é clara. Na manufatura, como na ciência – a produção de novos instrumentos é uma extravagância reservada para as ocasiões que o exigem. O significado das crises consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos.” (105)

Capítulo 7 - A Resposta à Crise

- Como os cientistas respondem à crise? O que caracteriza a ciência extraordinária?
- Duas coisas os cientistas **jamais** fazem:
 - Os cientistas **não** renunciam ao paradigma que os conduziu à crise.
 - Os cientistas **não** tratam as anomalias como contraexemplos do paradigma.
- De um ponto de vista meramente lógico e, de acordo com a abordagem de Popper, as anomalias são, exatamente, contraexemplos do paradigma. Mas “nenhum processo descoberto até agora pelo estudo histórico do desenvolvimento científico assemelha-se ao estereótipo metodológico da falsificação por meio da comparação direta com a natureza” (108)

- “Uma teoria científica, após ter atingido o status de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la.” (108)
- “O juízo que leva os cientistas a rejeitarem uma teoria previamente aceita, baseia-se sempre em algo mais do que essa comparação da teoria com o mundo. Decidir rejeitar o paradigma é sempre decidir simultaneamente aceitar outro.” (108)
- Kuhn então aplica sua nova proposta de análise da ciência ao seu próprio trabalho. Ele afirma que os registros históricos que demonstram que os cientistas jamais consideram anomalias como contraexemplos que os forçariam a rejeitar as teorias são, eles próprios, anomalias à teoria epistemológica (filosofia da ciência) admitida à sua época.
 - Então, sendo coerente com seu próprio argumento, Kuhn afirma que os defensores da teoria epistemológica atual agirão tal qual ele afirma que os cientistas agem, ou seja, não vão considerar os registros históricos (as anomalias) como contra-exemplos a suas próprias abordagens epistemológicas. Ao invés disso, “conceberão numerosas articulações e modificações *ad hoc* de sua teoria, a fim de eliminar qualquer conflito aparente.” Muitas destas modificações, ele afirma, já estavam presentes na literatura à época que produziu seu ensaio.
- Thomas Kuhn, então, atribui a si mesmo o papel de propositor de um novo paradigma para a análise da ciência. Assim como ocorre na ciência, o que era anomalia no paradigma antigo torna-se padrão, deixa mesmo de ser “simples fato” no novo paradigma. No interior de uma nova teoria do conhecimento científico (que ele próprio está propondo), essas anomalias vão se assemelhar a tautologias, enunciados de situações que de outro modo não seriam concebíveis.
 - Por exemplo, a segunda lei de Newton (**a lei da inércia**) desempenha para os partidários da teoria newtoniana um papel muito semelhante a um enunciado puramente lógico, que não pode ser refutado por observações, por mais amplas que elas sejam. (109)
- “Algo muito semelhante acontecerá com a generalização segundo a qual os cientistas não rejeitam paradigmas quando confrontados com anomalias ou contraexemplos. Não poderiam fazer isso e ainda assim permanecerem cientistas.” (109)
 - “Uma vez encontrado um primeiro paradigma com o qual conceber a natureza, já não se pode mais falar em pesquisa sem qualquer paradigma. Rejeitar um paradigma sem simultaneamente substituí-lo por outro é rejeitar a própria ciência.” (109)
- Não há ciência madura sem paradigma. Isso parece mais um modelo interpretativo do que uma afirmação que pode ser refutada pelos fatos. Seria infalsificável na nomenclatura de Popper. No entanto, é isso o que ocorre também nas ciências, afirma Thomas Kuhn. Uma vez que um paradigma se estabelece, o que era anomalia no paradigma antigo torna-se tautológico e irrefutável no novo paradigma, tal como a lei da inércia.
- Kuhn submete sua própria abordagem histórico-filosófica à coerência de sua análise sobre a ciência.
- Analogamente, afirma Kuhn, pode-se demonstrar o **ponto de vista contrário**, de que não existe pesquisa científica onde não há contraexemplos.
- O que diferencia a ciência normal da ciência em estado de crise?
 - Não são os contraexemplos. O que chamamos de quebra-cabeças existe apenas porque os paradigmas não resolvem todos os seus problemas. Os raros paradigmas que

fizeram isso deixaram de ser paradigmas para a pesquisa científica e transformaram-se em instrumentos para tarefas técnicas (ex: ótica geométrica).

- “Cada problema que a ciência normal considera um quebra-cabeça pode ser visto de um outro ângulo: como contraexemplos e portanto como uma fonte de crise.” (110) Copérnico, Lavoisier e Einstein consideraram contraexemplos o que a maioria dos outros cientistas via como quebra-cabeças.
- A crise não transforma, ela própria, quebra-cabeças em contraexemplos. “Em vez disso, a crise, ao provocar uma proliferação de versões do paradigma, enfraquece as regras de resolução dos quebra-cabeças da ciência normal, de tal modo que acaba permitindo a emergência de um novo paradigma” (110)
- Espere um pouco. **Está tudo, aparentemente, muito confuso!!** **Primeiro** Kuhn nos convence de que não existem contraexemplos. O que parecia contraexemplo, as anomalias, que seriam contraexemplos (no sentido lógico) ao velho paradigma, não são encarados desta maneira pelos cientistas e, além disso, transforma-se em interpretação, em tautologia, no novo paradigma. **Depois** ele diz que todos os problemas científicos são contraexemplos, mesmo os quebra-cabeças da ciência normal. O que acontece, de fato, afinal de contas? Há ou não contraexemplos?
- Está fora do escopo deste livro, diz Kuhn, a resposta geral a esta questão. Ela envolveria uma “elucidação crítica e histórica da Filosofia”. Kuhn apenas indica razões pelas quais ocorre esta aparente contradição.
 - **A ciência tem se mostrado um caso exemplar da ideia geral de que a verdade e a falsidade seriam unicamente e inequivocamente determinadas pela confrontação de enunciados com fatos.** Isso porque a ciência normal esforça-se (e deve continuar a fazê-lo) para aproximar sempre mais a teoria e os fatos.
 - E esta atividade pode ser vista como um teste, ou uma busca por confirmação ou falsificação.
 - Mas em lugar disso, o objeto da ciência normal deve ser visto como a busca por soluções de quebra-cabeças, cuja simples existência supõe a validade do paradigma.
 - Um eventual fracasso em alcançar a solução desacredita somente o cientista e não a teoria. → Quem culpa suas ferramentas é um mau carpinteiro.
 - Uma outra razão para esta ideia de que a verdade e a falsidade seriam unicamente e inequivocamente determinadas pela confrontação de enunciados com fatos deve-se à confusão sobre o papel das aplicações exemplares das teorias científicas nos livros-texto e manuais de aprendizado das ciências. Elas não são provas das teorias e nem são apresentadas como provas nestes livros, mas muitas vezes são interpretadas pelos estudantes como provas, sugerindo uma falsa ideia de confirmação.
- Voltamos, então, à questão inicial. Como os cientistas respondem à consciência da existência de uma anomalia na adequação entre a teoria e a natureza?
 - Não sendo a relação (confrontação) entre as teorias científicas e os fatos de modo algum simples e direta, então a ideia de que discrepâncias entre as teorias/paradigmas e a observação (as anomalias) configuram-se em contraexemplos lógicos dos paradigmas/teorias perde força.
 - Muito frequentemente os cientistas estão dispostos a esperar, especialmente quando

existem muitos problemas disponíveis em outros setores do campo de estudos.

- “Já indicamos que durante os sessenta anos que se seguiram aos cálculos originais de Newton, o movimento predito para o perigeu da Lua permaneceu equivalente à metade do movimento observado.” (112) Apareceram propostas ocasionais para que fosse modificada a lei newtoniana relativa ao inverso do quadrado das distâncias, que não foram levadas à sério. Na prática, esta paciência com uma importante anomalia demonstrou ser justificada.
- “Para uma anomalia originar uma crise, deve ser algo mais do que uma simples anomalia. Sempre existem dificuldades em qualquer parte da adequação entre o paradigma e a natureza; a maioria, cedo ou tarde, acaba sendo resolvida” (113)
- Mas então, o que é que torna uma anomalia digna de um escrutínio coordenado? Provavelmente não existe uma resposta verdadeiramente geral para essa pergunta.
 - Algumas vezes uma anomalia colocará claramente em questão as generalizações explícitas e fundamentais do paradigma.
 - Outras vezes uma anomalia sem importância fundamental aparente pode provocar uma crise, caso as aplicações que ela inibe possuam uma importância prática especial.
 - O próprio desenvolvimento da ciência normal transforma em crise uma anomalia que não passava de incômodo.
- “Quando, por essas razões ou outras similares, uma anomalia parece ser algo mais do que um novo quebra-cabeça da ciência normal é sinal de que se iniciou a transição para a crise e para a ciência extraordinária.” (114)
 - → Ler a gênese da crise na página 114-115.
- E quais são os efeitos da crise? Apenas dois parecem ser universais:
 - “Todas as crises iniciam com o obscurecimento de um paradigma e o conseqüente relaxamento das regras que orientam a pesquisa normal. A esse respeito, a pesquisa dos períodos de crise assemelha-se muito à pesquisa pré-paradigmática.” (115)
 - As crises podem terminar de três maneiras:
 - A ciência normal acaba-se revelando capaz de tratar o problema que provocou a crise.
 - O problema resiste até mesmo a novas abordagens aparentemente radicais. O problema é então posto de lado para ser resolvido por uma geração futura.
 - A crise termina com a emergência de um novo candidato a paradigma e com uma subsequente batalha por sua aceitação.
 - → Ler antecipação da mudança paradigmática (116-117)
- “É exatamente porque a emergência de uma nova teoria rompe com uma tradição da prática científica e introduz uma nova dirigida por regras diferentes, situadas no interior de um universo de discurso também diferente, que tal emergência só tem probabilidades de ocorrer quando se percebe que a tradição anterior equivocou-se gravemente.” (117)
 - Estas observações são apenas um prelúdio para a investigação do estado de crise, que exige mais as habilidades de um psicólogo do que as de um historiador.

- “Como é a pesquisa extraordinária? Como fazemos para que uma anomalia se ajuste à lei? Como procedem os cientistas quando se conscientizam de que há algo fundamentalmente errado no paradigma, em um nível para o qual não estão capacitados a trabalhar, devido às limitações de seu treinamento? Estas questões exigem investigações bem mais ampla, não necessariamente históricas. O que dizemos a seguir será necessariamente mais hipotético e incompleto do que o afirmado anteriormente” (117)
 - Frequentemente um paradigma emerge antes que uma crise esteja bem desenvolvida ou tenha sido explicitamente reconhecida:
 - Lavoisier e a teoria da combustão pelo oxigênio.
 - Young e a teoria ondulatória da luz.
 - Em outros casos, decorre bastante tempo entre a primeira consciência do fracasso do paradigma e a emergência de um novo:
 - Heliocentrismo de Copérnico.
 - Relatividade de Einstein.
 - Quando este é o caso, há possibilidade de o historiador captar algumas pistas sobre o que é a ciência extraordinária:
 - Confrontado com uma anomalia reconhecidamente fundamental, o cientista primeiramente tenta isolá-la com mais precisão e dar-lhe estrutura.
 - Mesmo consciente de que as regras da ciência podem não estar totalmente certas, buscará aplicá-las a este caso com mais rigor do que nunca, de modo a tentar descobrir precisamente o limite de sua aplicabilidade.
 - Buscará modos de realçar a dificuldade, torná-la mais nítida do que era nos primeiros reconhecimentos da anomalia.
 - É neste esforço que o trabalho do cientista se parece mais com a nossa imagem corrente de cientista.
 - O cientista parecerá alguém que busca ao acaso, realiza experimentos simplesmente para ver o que acontece, procurando por efeitos cuja natureza ele nem desconfia.
 - Ao mesmo tempo, como não é possível realizar experimentos sem teoria, o cientista em crise tentará constantemente gerar teorias especulativas que, se bem sucedidas, possam abrir o caminho para um novo paradigma.
 - Os registros da luta prolongada de Kepler com o movimento de Marte e a descrição de Priestley sobre sua resposta à proliferação de novos gases são exemplos clássicos deste tipo de pesquisa mais aleatória que a consciência da anomalia gera.
- Há um outro tipo de pesquisa extraordinária que, com frequência, acompanha este que descrevemos acima. É um certo tipo de especulação filosófica que ocorre entre os cientistas.
 - “Creio que é sobretudo nos períodos de crises reconhecidas que os cientistas se voltam para a análise filosófica como um meio para resolver as charadas de sua área de estudos.” (119)
 - Em geral, os cientistas não precisam nem desejam ser filósofos. “Na medida em que o

- trabalho de pesquisa normal pode ser conduzido utilizando-se do paradigma como modelo, as regras e pressupostos não precisam ser explicados.” (119).
- “Não é por acaso que a emergência da física newtoniana no século XVII e da relatividade e da mecânica quântica no século XX foram precedidas e acompanhadas por análises filosóficas fundamentais da tradição de pesquisa contemporânea. Nem é acidental o fato de em ambos os períodos a chamada experiência de pensamentoter desempenhado um papel tão crítico no progresso da pesquisa. (120)
 - O desenvolvimento desses procedimentos extraordinários pode levar a outro fato: novas descobertas.
 - “Ao concentrar a atenção científica sobre uma área problemática bem delimitada e ao preparar a mente científica para o reconhecimento das anomalias experimentais pelo que realmente são, as crises fazem frequentemente proliferar novas descobertas” (120):
 - Oxigênio por Lavoisier.
 - Proliferação de novas descobertas óticas (polarização por reflexão, ponto luminoso no centro da sombra de um disco circular, cores de ranhuras,...) pouco antes e durante o surgimento da teoria ondulatória da luz.
 - Há ainda muito que aprendermos sobre a pesquisa extraordinária, mas “as observações anteriores devem bastar como indicação da maneira pela qual as crises debilitam a rigidez dos estereótipos e ao mesmo tempo fornecem os dados adicionais necessários para uma alteração fundamental de paradigma.” (121)
 - Não vamos procurar entender e talvez nem seja possível o entendimento de como a invenção de um paradigma ocorre na mente dos cientistas. Mas ainda podemos dizer uma coisa:
 - “Quase sempre, os homens que fazem essas invenções fundamentais são muito jovens ou estão há pouco tempo na área de estudos cujo paradigma modificam.” (122)
 - Um comentário final. Pode ter parecido, até o capítulo 5, que os termos “revolução” e “ciência extraordinária” fossem equivalentes e significariam “ciência não-normal”. Mas, como iniciamos a ver a partir do capítulo 5, não é isso que se dá. A instalação da crise e da ciência extraordinária não garantem que haverá uma revolução.
 - “Confrontados com anomalias ou crises, os cientistas tomam uma atitude diferente com relação aos paradigmas existentes. Com isso, a natureza de suas pesquisas transforma-se de forma correspondente. A proliferação de articulações concorrentes, a disposição de tentar qualquer coisa, a expressão de descontentamento explícito, o recurso à Filosofia e ao debate sobre os fundamentos, são sintomas de uma transição da pesquisa normal para a extraordinária. A noção de ciência normal depende mais da existência desses fatores do que da existência de revoluções.” (123)

Capítulo 8 - A Natureza e a Necessidade das Revoluções Científicas

- O que são revoluções científicas? Qual a sua função no desenvolvimento científico?
 - “Consideramos 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.” (125)
- Mas por que chamar de revolução uma mudança de paradigma?
 - Um primeiro aspecto de paralelismo que justifica a metáfora é:
 - “As revoluções políticas iniciam-se com um sentimento crescente, com frequência restrito a um segmento da comunidade política, de que as instituições existentes deixaram de responder adequadamente aos problemas postos por um meio que ajudaram em parte a criar. De forma muito semelhante, as revoluções científicas iniciam-se com um sentimento crescente, também seguidamente restrito a uma pequena subdivisão da comunidade científica, de que o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza, cuja exploração fora anteriormente dirigida pelo paradigma.” (126)
 - Mas há um segundo aspecto, ainda mais importante:
 - “As revoluções políticas visam realizar mudanças nas instituições políticas, mudanças essas proibidas por essas mesmas instituições que se quer mudar. Consequentemente, seu êxito requer o abandono parcial de um conjunto de instituições em favor de outro.” (127)
 - “De início, é somente a crise que atenua o papel das instituições políticas, do mesmo modo que atenua o papel dos paradigmas. Em números crescentes os indivíduos alheiam-se cada vez mais da vida política e comportam-se sempre mais excentricamente no interior dela. [...] [M]uitos desses indivíduos comprometem-se com algum projeto concreto para a reconstrução da sociedade de acordo com uma nova estrutura institucional. A esta altura a sociedade está dividida em campo ou partidos em competição, um deles procurando defender a velha constelação institucional, o outro tentando estabelecer uma nova. Quando ocorre essa polarização, os recursos de natureza política fracassam. Por discordarem quanto à matriz institucional a partir da qual a mudança política deverá ser atingida e avaliada, por não reconhecerem nenhuma estrutura supra-institucional competente para julgar diferenças revolucionárias, os partidos envolvidos em um conflito revolucionário devem recorrer finalmente a técnicas de persuasão de massa, que seguidamente incluem a força. Embora as revoluções tenha tido um papel vital na evolução das instituições políticas, esse papel depende do fato de aquelas serem parcialmente eventos extra-políticos e extra-institucionais.” (127)
 - O objetivo deste capítulo é mostrar que o estudo histórico da mudança de paradigma revela características muito semelhantes a estas.
 - “Tal como a escolha entre instituições políticas em competição, a escolha entre paradigmas em competição demonstra ser uma escolha entre modos incompatíveis de vida comunitária” (127)
- A participação dos paradigmas nestes momentos de escolha de um paradigma é sempre e necessariamente circular. “Cada grupo utiliza o seu próprio paradigma para argumentar em favor desse mesmo paradigma.” (128)

- Esta circularidade, por um lado, não torna os argumentos mais fracos (menos persuasivos), ao contrário, muitas vezes os fortalecem, mas por outro lado, mantém o seu status no nível da persuasão.
 - Estes argumentos jamais serão impositivos seja no nível lógico seja no nível probabilístico. Quem se recusa a entrar no círculo não se vê obrigado a fazê-lo. “As premissas e os valores partilhados pelas duas partes envolvidas em um debate sobre paradigmas não são suficientemente amplos para permitir isso.” (128)
- “Na escolha de um paradigma, – como nas revoluções políticas – não existe critério superior ao consentimento da comunidade relevante.” (128)
- Então, para entendermos as revoluções científicas não basta estudarmos a natureza e a lógica da ciência, mas também “as técnicas de argumentação persuasiva que são eficazes no interior dos grupos muito especiais que constituem a comunidade dos cientistas.” (128)
- Para entender por que a lógica e os experimentos não são suficientes para explicar o problema da escolha de paradigmas temos que examinar “a natureza das diferenças que separam os proponentes de um paradigma tradicional de seus sucessores revolucionários.” (128)
- A primeira pergunta à qual nos dirigiremos é a seguinte: “Existem razões intrínsecas pelas quais a assimilação, seja de um novo tipo de fenômeno, seja de uma nova teoria científica, devam exigir a rejeição de um paradigma mais antigo?” (129)
 - Em primeiro lugar, se existirem tais razões elas **não são** devidas à estrutura lógica do conhecimento científico. Um fenômeno novo não exige, por princípio, o abandono de algum aspecto da prática científica passada:
 - Se a descoberta de vida na Lua parece incompatível com nosso conhecimento atual, a descoberta de vida em partes mais distantes e menos conhecidas de nossa galáxia (um fenômeno novo) não parece incompatível com nossos conhecimentos atuais.
 - O mesmo se dá com uma nova teoria que não necessariamente precisa desautorizar uma teoria antiga, mas pode dirigir-se a fenômenos antes desconhecidos.
 - Se estes dois casos anteriores fossem as únicas possibilidades, a ciência seria cumulativa. À época de Kuhn, aliás, esta era a visão corrente sobre a ciência.
 - Mas Kuhn insiste que após o período pré-paradigmático de uma ciência, o que os registros históricos indicam é que “a assimilação de todas as novas teorias e de quase todos os novos tipos de fenômenos exigiram a destruição de um paradigma anterior”. (130)
 - Na verdade, “a aquisição cumulativa de novidades não antecipadas demonstra ser uma exceção quase inexistente à regra do desenvolvimento científico. Aquele que leva a sério o fato histórico deve suspeitar de que a ciência não tende ao ideal sugerido pela imagem que temos de seu caráter cumulativo.” (130)
 - Mas se os registros históricos não são argumentos suficientes, Kuhn apresenta outras razões para justificar a tese de que a assimilação de um novo fenômeno ou teoria tendem a exigir a rejeição de um paradigma mais antigo:
 - “O homem que luta para resolver um problema definido pelo conhecimento e pela técnica existentes [o cientista normal] não se limita simplesmente a olhar à sua

volta. Sabe o que quer alcançar; concebe seus instrumentos e dirige seus pensamentos de acordo com seus objetivos. A novidade não antecipada, isto é, a nova descoberta, somente pode emergir na medida em que as antecipações sobre a natureza e os instrumentos do cientista demonstram estar equivocados. [...] Nesse caso, deve evidentemente haver um conflito entre o paradigma que revela uma anomalia e aquele que, mais tarde a submete a uma lei.” (130-131)

- Com relação à invenção de novas teorias, existem apenas três tipos de fenômenos a propósito dos quais pode-se desenvolver uma nova teoria:
 1. **Os fenômenos já bem explicados pelos paradigmas existentes.** Estes raramente fornecem ponto de partida para a construção de uma teoria, e se o fazem, as teorias resultantes tendem a não ser aceitas, já que a natureza não proporciona nenhuma base para escolher entre as alternativas (ex: Aristarco)
 2. **Os fenômenos cuja natureza é indicada nos paradigmas existentes, mas cuja completa explicação exige uma maior articulação da teoria.** Estes são os casos exemplares da ciência normal e que angariam a maior parte da pesquisa científica. É apenas quando os esforços deste nível fracassam que os cientistas encontram o terceiro tipo de fenômeno.
 3. **As anomalias reconhecidas que recusam-se obstinadamente a serem assimiladas aos paradigmas existentes.** É apenas neste caso que uma nova teoria pode emergir. E ao “solucionar” anomalias não explicadas pelo paradigma vigente, então em algum ponto a nova teoria fará previsões diferentes daquelas que seriam derivadas da teoria predecessora. “Essa diferença não poderia ocorrer se as duas teorias fossem logicamente compatíveis. No processo de sua assimilação, a nova teoria deve ocupar o lugar da anterior” (132), e não se somar a ela.
- “É difícil ver como novas teorias poderiam surgir sem essas mudanças destrutivas nas crenças sobre a natureza. Embora a inclusão lógica continue sendo uma concepção admissível da relação existente entre teorias científicas sucessivas, não é plausível do ponto de vista histórico.” (132)
- Há ainda mais o que dizer em defesa da necessidade das revoluções. Segundo Kuhn a interpretação contemporânea (à época do ensaio 1962) predominante sobre a natureza e função da teoria científica conflita com o argumento apresentado até agora.
 - “Essa interpretação [...] restringiria o alcance e o sentido de uma teoria admitida, de tal modo que ela não poderia de modo algum conflitar com qualquer teoria posterior que realizasse previsões sobre alguns dos mesmos fenômenos naturais por ela considerados.” (132)
 - Kuhn apresenta o exemplo da suposta “redução” da Dinâmica Newtoniana a partir da Dinâmica Einsteiniana.
 - “A teoria de Einstein pode ser utilizada para mostrar que as previsões derivadas das equações de Newton serão tão boas como nossos instrumentos de medida, em todas aquelas equações que satisfaçam um pequeno número de condições restritivas.” (133) → velocidades relativas pequenas em relação à velocidade da luz
 - Pode-se argumentar que o que é empiricamente adequado em qualquer teoria, pode ser salvo da contestação das outras teorias.

- “Mas para que possamos salvar teorias dessa maneira, suas gamas de aplicação deverão restringir-se àqueles fenômenos e à precisão de observação de que tratam as provas experimentais já disponíveis. Se tal limitação for levada um passo adiante, o cientista fica proibido de alegar que está falando 'cientificamente' a respeito de qualquer fenômeno ainda não observado. Mesmo na sua forma atual, esta restrição proíbe que o cientista baseie sua própria pesquisa em uma teoria, toda vez que tal pesquisa entre em uma área ou busque um grau de precisão para os quais a prática anterior da teoria não ofereça precedentes. Tais proibições não são excepcionais do ponto de vista lógico, mas aceitá-las seria o fim da pesquisa que permite à ciência continuar a se desenvolver.” (134-135)
- Kuhn ainda se pergunta: “A dinâmica newtoniana pode realmente ser derivada da dinâmica relativista? A que se assemelharia essa derivação?” (135) E argumenta que mesmo que se obtenha resultados semelhantes em determinadas condições especiais, as leis de Newton, propriamente ditas, não são obtidas nesta redução. Há diferenças fundamentais irreduzíveis entre estas teorias. O espaço, tempo e massa para Newton e para Einstein são irremediavelmente diferentes, tanto quanto uma “estrela fixa” para Ptolomeu era algo irremediavelmente diferente do que o é para nós, contemporaneamente.
- “Essa necessidade de modificar o sentido de conceitos estabelecidos e familiares é crucial para o impacto revolucionário da teoria de Einstein. [...] Precisamente por não envolver a introdução de objetos ou conceitos adicionais, a transição da mecânica newtoniana para a einsteiniana ilustra com particular clareza a revolução científica como sendo um deslocamento da rede conceitual através da qual os cientistas veem o mundo.” (136-137)
- Como precisar mais explicitamente estas diferenças entre os paradigmas que são necessárias e irreconciliáveis?
 - O tipo mais evidente é: “paradigmas sucessivos nos ensinam coisas diferentes acerca da população do universo. Isto é, diferem quanto a questões como a existência de partículas subatômicas, a materialidade da luz e a conservação do calor ou da energia. Essas são diferenças substantivas entre paradigmas sucessivos e não requerem maiores exemplos.” (137)
 - “Mas os paradigmas não diferem somente por sua substância, pois visam não apenas à natureza, mas também à ciência que os produziu. Eles são fonte de métodos, áreas problemáticas e padrões de solução aceitos por qualquer comunidade científica amadurecida. [...] [A] recepção de um novo paradigma requer com frequência uma redefinição da ciência correspondente. Alguns problemas antigos podem ser transferidos para outra ciência ou declarados absolutamente “não-científicos”. Outros problemas anteriormente tidos como triviais, ou não-existentes podem converter-se, com um novo paradigma, nos arquétipos das realizações científicas importantes. À medida que os problemas mudam, mudam também, seguidamente, os padrões que distinguem uma verdadeira solução científica de uma simples especulação metafísica, de um jogo de palavras ou de uma brincadeira matemática. **A tradição científica normal que emerge de uma revolução científica é não somente incompatível, mas muitas vezes verdadeiramente incomensurável com aquela que a precedeu.**” (137-138)
 - Kuhn afirma que antes mesmo do nascimento de Newton, a “ciência nova” já havia

- rejeitado as explicações aristotélicas e escolásticas expressas em termos de essências dos corpos materiais.
- Todo o fluxo de percepções sensoriais passou a ser explicado em termos de **tamanho, forma e movimento** dos corpúsculos elementares da matéria fundamental.
 - Mas em um período anterior as explicações em termos de qualidades ocultas haviam sido parte integrante do trabalho científico.
 - Mas o novo compromisso do século XVII com a explicação mecânico-corpuscular revelou-se muito frutífero para diversas áreas.
 - As três leis do movimento, de Newton, são “**menos um produto de novas experiências que da tentativa de reinterpretar observações bem conhecidas em termos de movimentos e interações de corpúsculos neutros primários.**” (139)
 - Mas apesar de grande parte da obra de Newton ter incorporado os padrões derivados da concepção de mundo mecânico-corpuscular, “**a gravidade, interpretada como uma atração inata entre cada par de partículas de matéria, era uma qualidade oculta no mesmo sentido em que a antiga 'tendência de cair' dos escolásticos**” (139)
 - Por isso a busca por uma explicação mecânica da gravidade ter recebido tanta atenção quer do próprio Newton, quer de seus sucessores do século XVIII.
 - Os cientistas foram incapazes tanto de praticar a ciência sem os *Principia*, como de acomodar essa obra aos padrões do século XVII (da concepção corpuscular cartesiana), acabaram por aceitar gradualmente a concepção segundo a qual a gravidade era realmente inata.
 - “**Atrações e repulsões inatas tornaram-se, tal como a forma, o tamanho, a posição e o movimento, propriedades primárias da matéria, fisicamente irreduzíveis**” (140)
 - “**Outros exemplos dessas diferenças não-substantivas entre paradigmas sucessivos podem ser obtidos na história de qualquer ciência, praticamente em quase todos os períodos de seu desenvolvimento.**” (141)
 - Exemplo do éter mecânico. Ler (141-142)
 - Kuhn argumenta que as alterações características na concepção dos problemas e padrões legítimos sustentados pela comunidade científica **não são** de um tipo metodológico inferior para um superior.
 - “**A tentativa de explicar a gravidade, embora proveitosamente abandonada pela maioria dos cientistas do século XVIII, não estava orientada para um problema intrinsecamente ilegítimo; as objeções às forças inatas não eram nem inerentemente acientíficas, nem metafísicas em algum sentido pejorativo. Não existem padrões exteriores que permitam um julgamento científico dessa espécie. O que ocorreu não foi uma queda nem uma elevação de padrões, mas simplesmente uma mudança exigida pela adoção de um novo paradigma.**” (142-143)
 - Estes exemplos mostram que além de uma força cognitiva, os paradigmas têm também força normativa, prescrevendo os problemas e padrões de solução da prática científica.
 - **A força cognitiva** dos paradigmas está no fato dele ser veículo para a teoria científica. “**Nesse papel, ele informa ao cientista que entidades a natureza contém ou não contém, bem como as maneiras segundo as quais essas entidades se comportam. Essa informação fornece um mapa cujos detalhes são elucidados pela pesquisa científica**

amadurecida [ciência normal]. Uma vez que a natureza é muito complexa e variada para ser explorada ao acaso, esse mapa é tão essencial para o desenvolvimento contínuo da ciência como a observação e a experiência.” (143)

- Mas os paradigmas não são constitutivos da atividade científica apenas devido às teorias que encarnam, são também constitutivos da ciência em outros aspectos. Além de mapas, os paradigmas fornecem também indicações essenciais para a elaboração de mapas. “Ao aprender um paradigma, o cientista adquire ao mesmo tempo uma teoria, métodos e padrões científicos, que usualmente compõem uma mistura inextricável. Por isso, quando os paradigmas mudam, ocorrem alterações significativas nos critérios que determinam a legitimidade, tanto dos problemas, como das soluções propostas.” (144)
- Voltamos assim ao ponto de partida do capítulo: por que chamar de revolução as mudanças paradigmáticas? Qual a razão da analogia?
 - “Quando duas escolas científicas discordam sobre o que é um problema e o que é uma solução, elas inevitavelmente travarão um diálogo de surdos ao debaterem os méritos relativos dos respectivos paradigmas. Nos argumentos parcialmente circulares que habitualmente resultam desses debates, cada paradigma revelar-se-á capaz de satisfazer mais ou menos os critérios que dita para si mesmo e incapaz de satisfazer alguns daqueles ditados por seu oponente.” (144)
 - Outro ponto importante é que como os paradigmas nunca resolvem todos os problemas que define, os conflitos entre paradigmas sempre envolvem a seguinte questão: “quais são os problemas que é mais significativo ter resolvido? Tal como a questão dos padrões em competição, essa questão de valores somente pode ser respondida em termos de critérios totalmente exteriores à ciência e é esse recurso a critérios externos que – mais do que qualquer outra coisa – torna revolucionários os debates entre paradigmas.” (144)

Capítulo 9 - As Revoluções como Mudanças de Concepção de Mundo

- O historiador da ciência pode se sentir tentado a defender que “quando mudam os paradigmas, muda com eles o próprio mundo”. (145)
 - “Durante as revoluções, os cientistas veem coisas novas e diferentes quando, empregando instrumentos familiares, olham para os mesmos pontos já examinados anteriormente.” (145)
- Kuhn afirmará que **é preciso cautela aqui**. No entanto, ...
 - “As mudanças de paradigma realmente levam os cientistas a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente. Na medida em que seu único acesso a esse mundo dá-se através do que veem e fazem, poderemos ser tentados a dizer que, após uma revolução, os cientistas reagem a um mundo diferente” (146)
- Kuhn levanta novamente o ponto das alterações da forma Gestálticas (mostrar slides): “aquilo que antes da revolução aparece como um pato no mundo do cientista transforma-se posteriormente num coelho.” (146)
 - “Ao olhar uma carta topográfica, o estudante vê linhas sobre o papel; o cartógrafo vê a

representação de um terreno.” (146)

- O estudante vai, aos poucos, penetrando neste mundo, que no entanto não é tão fixo assim. Ele “é determinado conjuntamente pelo meio ambiente e pela tradição específica de ciência normal na qual o estudante foi treinado. [...] [Q]uando a tradição científica muda, a percepção que o cientista tem de seu meio ambiente deve ser reeducada – deve aprender a ver uma nova forma (Gestalt) em algumas situações com as quais já está familiarizado. Depois de fazê-lo, o mundo de suas pesquisas parecerá, aqui e ali, incomensurável com o que habitava anteriormente.” (146)
- No entanto, Kuhn afirma que as experiências com a percepção visual da forma são apenas ilustrativas. Elas nada dizem sobre o papel dos paradigmas ou da experiência previa no processo da percepção.
- Kuhn cita então a experiência dos óculos com visão invertida, com os quais se acostuma a ver o mundo de cabeça para baixo, e cita também a experiência com as cartas de baralho anômalas, em que os participantes precisam aprender a ver o inesperado.
 - Estes exemplos sugerem que “alguma coisa semelhante a um paradigma é um pré-requisito para a própria percepção. O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual previa o ensinou a ver”. (148)
- Kuhn cita então os trabalhos de N. Russell Hanson e “outros”, que relacionam de modo bastante direto as experiências da forma visual (gestalt) com a história da ciência. No entanto, ele próprio se mantém cauteloso quanto a este tema:
 - “Todavia, embora experiências psicológicas sejam sugestivas, não podem, no caso em questão, ir além disso. Elas realmente apresentam características de percepção que *poderiam* ser centrais para o desenvolvimento científico, mas não demonstram que a observação cuidadosa e controlada realizada pelo pesquisador científico partilhe de algum modo dessas características” (148)
- A fim de investigar a possível relevância dessas experiências psicológicas para o estudo da história da ciência Kuhn se pergunta sobre **quais “os tipos de provas que podemos ou não podemos esperar que a história nos forneça”**. (148)
- Enquanto nas experiências da psicologia da forma o sujeito sabe que sua percepção se modificou, visto que ela pode alterar-se repetidamente enquanto olha para a mesma imagem. Ou, em outro caso, há um experimentador que lhe assegura que independentemente do que ele afirmou, a carta que lhe foi apresentada foi um cinco de copas preto. Há nestes casos um “padrão exterior com relação ao qual uma alteração da visão possa ser demonstrada”. Sem esse padrão, “**não poderemos extrair nenhuma conclusão com relação a possibilidades perceptivas alternadas.**” (149)
- No entanto, isso não ocorre na observação científica. “O cientista não pode apelar para algo que esteja aquém ou além do que ele vê com seus olhos e instrumentos. Se houvesse alguma autoridade superior, recorrendo à qual se pudesse mostrar que sua visão se alterara, tal autoridade tornar-se-ia a fonte de seus dados. [...] Por isso, nas ciências, se as alterações perceptivas acompanham as mudanças de paradigma, não podemos esperar que os cientistas confirmem essas mudanças diretamente.” (149)
 - “Ao olhar a lua o convertido ao copernicismo não diz *costumava ver um planeta, agora vejo um satélite*. [...] Em lugar disso, um convertido à nova astronomia diz *antes eu acreditava que a Lua fosse um planeta, mas estava enganado*”. (149)

- Se há alguma alteração na visão do cientista, alguma transformação mental subjetiva, não podemos esperar um testemunho direto sobre essa alteração. “Devemos antes buscar provas indiretas e comportamentais de que um cientista com um novo paradigma vê de maneira diferente do que via anteriormente.” (150)
- Então a questão relevante a que o historiador da ciência precisa se debruçar é: **que tipos de evidências podem ser descobertas pelo historiador que acredita que as mudanças paradigmáticas envolvem alguma alteração na visão do cientista, ao estilo das mudanças da gestalt?**
- Kuhn então parte para alguns exemplos históricos, a fim de explicitar estas evidências.
- Num primeiro caso ele diz que **o descobrimento do planeta Urano** assemelha-se ao experimento com as cartas de baralho anômalas.
 - Em pelo menos 17 ocasiões, entre 1690 e 1781 diversos astrônomos viram estrelas em posições que hoje supomos o planeta Urano estaria ocupando nestas épocas.
 - Em 1769 um observador registrou que observou a “estrela” por 4 noites seguidas, sem, no entanto, notar o movimento, que seria anômalo para uma estrela. Esperado apenas de planetas e cometas.
 - Em 1781, com um telescópio aperfeiçoado, Herschel notou, pela primeira vez que o “tamanho aparente do disco” desta suposta estrela era no mínimo incomum.
 - Esta observação lhe sugeriu que algo estava errado. E por isso ele postergou a identificação do astro até realizar um exame mais elaborado.
 - Neste exame elaborado, suscitado por uma anomalia, ele pode observar o movimento de Urano por entre as estrelas. Por esta razão Herschel anunciou que o que avistara era um novo cometa.
 - Somente vários meses depois, após muitas tentativas infrutíferas de ajustar o movimento observado a uma órbita de cometa, Lexell sugeriu que talvez se tratasse de um planeta.
 - “Quando esta sugestão foi aceita, o mundo dos astrônomos profissionais passou a contar com um planeta a mais e várias estrelas a menos” (150)
 - **Após um século de observações um corpo celeste passou a ser visto de forma diferente** porque, “tal como uma carta anômala, não mais se adaptava às categorias perceptivas (estrela ou cometa) fornecidas pelo paradigma anteriormente em vigor.
 - Esta descoberta parece ter “ensinado” os astrônomos a descobrir planetas, asteroides e cometas. 20 deles foram descobertos na primeira metade do século XIX.
 - Houve, portanto, uma mudança na percepção científica induzida por paradigmas!
- Este é o tipo de evidência que os historiadores precisam buscar, em virtude de defender o ponto de que a mudança de paradigma envolve, em algum sentido uma mudança na maneira como os cientistas veem o mundo. Kuhn cita ainda outros exemplos:
 - Kuhn afirma que os astrônomos ocidentais começaram a ver mudanças nos céus apenas após a apresentação do novo paradigma de Copérnico, que as autorizava. Segundo Ptolomeu elas eram proibidas. No entanto, os chineses, cujas crenças cosmológicas não excluía mudanças celestes, registraram o aparecimento de muitas

novas estrelas nos céus numa época muito anterior.

- Kuhn desenvolve ainda mais alguns exemplos:
 - as manchas solares,
 - a história da eletricidade,
 - a garrafa de Leyden,
 - o oxigênio de Lavoisier,
 - o pêndulo de Galileu.
- E mesmo após descrever estes casos históricos que apresentam evidências na transformação da visão dos cientistas, Kuhn se pergunta:
 - “[P]recisamos realmente descrever como uma transformação da visão aquilo que separa Galileu de Aristóteles, ou Lavoisier de Priestley? Esses homens realmente viram coisas diferentes ao olhar para o mesmo tipo de objetos? Haverá algum sentido válido no qual possamos dizer que eles realizaram suas pesquisas em mundos diferentes?” (155-156)
- A maneira usual de descrever os exemplos históricos citados acima é 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. [...] [T]anto Priestley, como Lavoisier viram oxigênio, mas interpretaram suas observações de maneira diversa.” (156)
- Kuhn afirma que esta maneira de pensar não é totalmente errônea. É, no entanto, parte de um paradigma iniciado por Descartes e que serviu tanto à ciência quanto à filosofia.
 - A exploração deste paradigma “produziu uma compreensão fundamental que talvez não pudesse ser alcançada de outra maneira”.
 - Mas este paradigma entrou em crise. “As pesquisas atuais que se desenvolvem em setores da Filosofia, da Psicologia, da Linguística e mesmo da História da Arte, convergem todas para a mesma sugestão: o paradigma tradicional está, de algum modo, equivocado.” (156)
- A alternativa viável ao paradigma tradicional, segundo Kuhn, ainda não foi produzida (pelo menos não em 1962). No entanto não há como fugirmos do fato de que:
 - “O que ocorre durante uma revolução científica não é totalmente redutível a uma reinterpretção de dados estáveis e individuais.[...] Em vez de ser um intérprete, o cientista que abraça um novo paradigma é como o homem que usa lentes inversoras. Defrontado com a mesma constelação de objetos que antes e tendo consciência disso, ele os encontra, não obstante, totalmente transformados em muitos de seus detalhes,” (157)
- Isso não significa que os cientistas não interpretem os dados. Galileu e Aristóteles interpretaram observações sobre pêndulos e pedras que caem, “mas cada uma dessas interpretações pressupôs um paradigma”. (157)
 - É o paradigma que indica ao cientista “o que é um dado, que instrumentos podem ser usados para estabelecê-lo e que conceitos são relevantes para sua interpretação.” (157)

- Mas a interpretação dos dados, que é tarefa da ciência normal, pode, no máximo, articular um paradigma, mas jamais poderá corrigi-lo. “A ciência normal leva, ao fim e ao cabo, apenas ao reconhecimento de anomalias e crises. Essas terminam, não através da deliberação ou interpretação, mas por meio de um evento relativamente abrupto e não-estruturado, semelhante a uma alteração da forma visual.” (158)
 - Os próprios cientistas descrevem estes momentos em termos como: *vendas que caem dos olhos e iluminação repentina*.
 - Embora estas *iluminações da intuição* dependam de experiências nascidas no velho paradigma, “não estão ligadas, nem lógica, nem fragmentariamente a itens específicos dessas experiências, como seria o caso de uma interpretação. Em lugar disso, as intuições reúnem grandes porções dessas experiências e as transformam em um bloco de experiências que, a partir daí, será gradativamente ligado ao novo paradigma e não ao velho.” (158)
- Kuhn continua a desenvolver o exemplo do “pêndulo” de Galileu e “pedras oscilantes” de Aristóteles. (158-161)
- Então ele se pergunta: será que existe uma linguagem de observação neutra, ajustada às impressões da retina e que serviria de intermediário para aquilo que o cientista vê? Se houver tal linguagem, juntamente com a possibilidade de seu uso inequívoco, então há a possibilidade da experiência (a empiria) ser considerada estável, onde “o pêndulo [de Galileu] e a queda violenta [de Aristóteles] não são percepções diferentes, mas interpretações diferentes de dados inequívocos, proporcionados pela observação de uma pedra que oscila” (161)
 - *** “Mas a experiência dos sentidos é fixa e neutra? Serão as teorias simples interpretações humanas de determinados dados? A perspectiva epistemológica que mais frequentemente guiou a filosofia ocidental durante três séculos impõe um “sim!” imediato e inequívoco. Na ausência de uma alternativa já desdobrada, considero impossível abandonar inteiramente essa perspectiva. Todavia ela já não funciona efetivamente e as tentativas de fazê-la funcionar por meio da introdução de uma linguagem de observação neutra parecem-me agora sem esperança.” (161)
 - “As operações e medições que um cientista empreende em um laboratório não são “o dado” da experiência, mas “o coletado com dificuldade.[...] Como tais, são selecionadas para o exame mais detido da pesquisa normal, tão somente porque parecem oferecer uma oportunidade para a elaboração frutífera de um paradigma aceito. As operações e medições, de maneira muito mais clara do que a experiência imediata da qual em parte derivam, são determinadas por um paradigma.” (161-162)
 - “Quanto a uma linguagem de observação pura, talvez ainda se chegue a elaborar uma. Mas, três séculos após Descartes, nossa esperança que isso ocorra ainda depende exclusivamente de uma teoria da percepção e do espírito. Por sua vez, a experimentação psicológica moderna está fazendo com que proliferem rapidamente fenômenos que essa teoria tem grande dificuldade em tratar.” (162)
 - **Pato-coelho** → duas pessoas com as mesmas impressões na retina podem ver coisas diferentes.
 - **Lentes inversoras** → duas pessoas com impressões diferentes na retina podem ver a mesma coisa.

- Por outro lado, as melhores tentativas para produzir uma linguagem de objetos de percepção puros, aplicável de maneira geral, “pressupõem, desde o início, um paradigma, seja na forma de uma teoria científica em vigor, seja na forma de alguma fração do discurso cotidiano; tentam então depurá-lo de todos os seus termos não-lógicos ou não-perceptivos.[...] Mas seu resultado é uma linguagem que – tal como aquelas empregadas nas ciências – expressam inúmeras expectativas sobre a natureza e deixam de funcionar no momento em que essas expectativas são violadas” (163)
- *** “Queremos sugerir que o cientista que olha para a oscilação de uma pedra **não pode ter nenhuma experiência que seja, em princípio, mais elementar** que a visão de um pêndulo. A alternativa não é uma hipotética visão “fixa”, mas a visão através de um paradigma que transforme a pedra oscilante em alguma outra coisa.” (164)
- Kuhn então argumenta que não se aprende a ver o mundo item por item. Nem na ciência nem na vida cotidiana. Quando a criança aprende a falar “mamãe” ela simultaneamente “aprende algumas das diferenças entre homens e mulheres e sobre a maneira na qual todas as mulheres, exceto uma, comportam-se em relação a ela.” Por outro lado, seu uso da palavra não exige que ela saiba a definição biológica de mãe. No entanto, “suas reações, expectativa e crenças – na verdade, grande parte de seu mundo percebido – mudam de acordo com esse aprendizado”. (164)
 - “Pelo mesmo motivo, os copernicanos que negaram ao Sol seu título tradicional de “planeta” não estavam apenas aprendendo o que “planeta” significa ou o que era o Sol. Em lugar disso, estavam mudando o significado de “planeta”, a fim de que essa expressão continuasse sendo capaz de estabelecer distinções úteis num mundo no qual todos os corpos celestes e não apenas o Sol estavam sendo vistos de uma maneira diversa daquela na qual haviam sido vistos anteriormente.” (164)
 - “Por isso, embora elas sejam sempre legítimas e em determinadas ocasiões extraordinariamente frutíferas, as questões a respeito das impressões da retina ou sobre as consequências de determinadas manipulações de laboratório pressupõem um mundo já subdividido perceptual e conceitualmente de acordo com uma certa maneira. Num certo sentido, tais questões são parte da ciência normal, pois dependem da existência de um paradigma e recebem respostas diferentes quando ocorre uma mudança de paradigma.” (165)
- Voltemos, pois, às operações de laboratório que fornecem ao cientista índices concretos para o que ele já viu.
 - Um dos modos pelos quais as operações de laboratório mudam com os paradigmas já foi analisado: “após uma revolução científica, muitas manipulações e medições antigas tornam-se irrelevantes e são substituídas por outras. Não se aplicam exatamente os mesmos testes para o oxigênio e para o ar desulfogostizado.” (165)
 - No entanto, os cientistas continuam olhando para o mesmo mundo e grande parte de seus instrumentos de laboratório continuam os mesmos. Por isso, a expressão das mudanças nas operações de laboratório deve ser buscada “nas suas relações com o paradigma ou nos seus resultados concretos”.
- Kuhn então sugere a análise de um último exemplo, onde, examinando a obra de Dalton e seus contemporâneos, pretende demonstrar que “uma e a mesma operação, quando vinculada à natureza por meio de um paradigma diferente, pode tornar-se um índice para um aspecto bastante diferente de uma regularidade da natureza. Além disso, veremos que

ocasionalmente uma antiga manipulação, no seu novo papel, produzirá resultados concretos diferentes.” (166)

- PARADIGMA DA AFINIDADE ELETIVA NA QUÍMICA

- As partículas elementares se mantêm unidos por forças de afinidade mútuas (XVIII e início do XIX).
- Uma pepita de ouro mantêm-se unida devido às forças de afinidade entre os corpúsculos de ouro.
- A prata dissolve-se no ácido, pois as partículas de ácido atraem as de prata mais fortemente do que a atração mútua das partículas de prata.
- Muitos outros fenômenos eram explicados desta maneira, fazendo da teoria da afinidade eletiva um paradigma químico.
- No entanto o **limite** de separação entre o que é uma **mistura física** e o que é um **composto químico**, a partir de Dalton, deixou de ser familiar.
- Havia duas espécies de processo:
 - Se a mistura produzia calor, luz, efervescência, ou algo parecido, isso indicava que havia ocorrido uma **união química**. → A união química, neste paradigma não é a constituição de uma nova molécula mais complexa (já que não havia o conceito de átomo), mas a transformação de duas partículas elementares em uma nova, que também se manterá homogeneamente unida por afinidade eletiva.
 - Se as partículas da mistura pudessem ser distinguidas a olho nu ou separadas mecanicamente, isso era indício de **mistura física**.
- Mas havia um grande número de casos intermediários, para os quais estes critérios simplórios não tinham utilidade: sal na água, fusão de metais, vidro, oxigênio na atmosfera,...
- Seguindo o paradigma, a maioria dos químicos considerava estes casos intermediários como união química.
 - Concebia-se assim muitas soluções como compostos e os argumentos eram bastante fortes, de acordo com o paradigma. A homogeneidade observada era um destes argumentos.
- Se, por exemplo, oxigênio e nitrogênio fossem somente fisicamente misturados e não quimicamente combinados em um composto, o gás mais pesado, o oxigênio, deveria depositar-se no fundo.
- Dalton, que contrariamente ao paradigma da afinidade, considerava a atmosfera uma mistura, nunca foi capaz de explicar por que o oxigênio não se comportava desta maneira.
- “A assimilação de sua teoria atômica acabou criando uma anomalia onde anteriormente não havia nenhuma.” (167)
- Será que os novos químicos que passaram a conceber as soluções como compostos diferiam de seus antecessores somente quanto a uma questão de definição? (divergiam quanto à definição de mistura física e composto químico)
- O caso é que no século XVIII não havia testes operacionais que distinguissem

plenamente as misturas dos compostos. E talvez tais testes fossem impossíveis, pois se os cientistas os buscassem seguindo seu paradigma, teriam buscado critérios que fizessem da solução um composto.

- A definição da distinção mistura-composto “fazia parte de seu paradigma – parte da maneira como os químicos concebiam todo seu campo de pesquisas – e como tal ela era anterior a qualquer teste de laboratório, embora não fosse anterior à experiência acumulada da Química como um todo.” (168)
- No final do século XVIII houve, inclusive, um famoso debate entre os químicos franceses Proust e Berthollet. Cada um reuniu vastas evidências experimentais mas “mantiveram um diálogo de surdos e o debate foi totalmente inconclusivo. Onde Berthollet via um composto que podia variar segundo proporções, Proust via apenas uma mistura física. Nem experiências, nem uma mudança nas convenções de definição poderiam ser relevantes para essa questão. Os cientistas divergiam tão fundamentalmente como Galileu e Aristóteles.” (168)
- Foi diante desta situação que Dalton propôs sua famosa teoria atômica para a Química. Mas Dalton não era um químico nem estava interessado em química. “Ele era um meteorologista investigando o que para ele eram os problemas físicos da absorção de gases pela água e da água pela atmosfera.” (168)
- Dalton, por isso, abordou esses problemas através de um paradigma diferente dos seus contemporâneos químicos. Em particular, ele “concebeu a mistura de gases ou a absorção de um gás pela água como um processo físico, no qual as forças de afinidade não desempenhavam nenhum papel.” (168)
 - Então para ele, diferentemente do que para os químicos da época, a homogeneidade era um problema. No entanto um problema que ele acreditava poder resolver se conseguisse “determinar os tamanhos e os pesos relativos das várias partículas atômicas nas suas misturas experimentais.”
 - Para determinar estes tamanhos e pesos que Dalton se voltou para a química supondo, por princípio, que numa reação química os átomos só poderiam se combinar numa proporção fixa simples de números inteiros, do tipo m para n.
 - Com esse pressuposto inicial ele determinou os pesos das partículas elementares e fez da lei das proporções constantes uma tautologia.
 - “Para Dalton, qualquer reação na qual os ingredientes não entrassem em proporções fixas não era, *ipso facto*, um processo puramente químico. Uma lei que as experiências não poderiam ter estabelecido antes dos trabalhos de Dalton, tornou-se após a aceitação destes, num princípio constitutivo que nenhum conjunto isolado de medições químicas poderia ter perturbado.” (169)
- Claro que o anúncio das conclusões de Dalton foi amplamente atacado. “Mas para a maior parte dos químicos, o novo paradigma de Dalton demonstrou ser convincente onde o de Proust não o fora, visto ter implicações muito mais amplas e mais importantes do que um critério para distinguir uma mistura de um composto.” (170)
- “O que os químicos tomaram de Dalton não foram novas leis experimentais, mas uma nova maneira de praticar a Química (ele próprio chamou-a de “novo sistema de filosofia química”).” (170)
- No entanto, quando Dalton foi consultar a literatura química para buscar dados que

corroborassem sua teoria física, encontrou registros de reações que a corroboravam, mas muitos outros que a contrariavam.

- “Por isso, os químicos não poderiam simplesmente aceitar a teoria de Dalton com base nas evidências existentes, já que uma grande parte destas ainda era negativa. Em lugar disso, mesmo após a aceitação da teoria, eles ainda tinham que forçar a natureza a conformar-se a ela, processo que no caso envolveu quase toda uma outra geração [praticando a ciência normal do novo paradigma]. Quando isto foi feito, até mesmo a percentagem de composição de compostos bem conhecidos passou a ser diferente. **Os próprios dados haviam mudado.** Este é o último sentido no qual desejamos dizer que, após uma revolução, os cientistas trabalham em um mundo diferente.” (171)

Capítulo 10 - A Invisibilidade das Revoluções

- Vários exemplos foram apresentados para ilustrar as revoluções científicas. No entanto estes mesmos exemplos de Kuhn, antes dele, eram habitualmente tratados não como revoluções, mas como adições ao conhecimento.
- Estas mesmas revoluções que são tão fundamentais e evidentes para Kuhn têm se mostrado invisíveis aos cientistas. Por que e como isso ocorre? Entender este fenômeno é o objetivo deste capítulo.
 - “Grande parte da imagem que cientistas e leigos têm da atividade científica criadora provém de uma fonte autoritária que disfarça sistematicamente a existência e o significado das revoluções científicas. Somente após o reconhecimento e a análise dessa autoridade é que poderemos esperar que os exemplos históricos passem a ser plenamente efetivos.” (174)
- As fontes de autoridade a que Kuhn se refere são de três categorias:
 1. manuais científicos (de cunho didático e pedagógico);
 2. textos de divulgação;
 3. obras filosóficas moldadas aos manuais.
- Estes três tipos de texto “referem-se a um corpo já articulado de problemas, dados e teorias e muito frequentemente ao conjunto particular de paradigmas aceitos pela comunidade científica na época em que esses textos foram escritos.” (174)
- A semelhança destes tipos de fonte é que “todas elas registram o *resultado* estável das revoluções passadas e desse modo põem em evidência as bases da tradição corrente da ciência normal. Para preencher sua função não é necessário que proporcionem informações autênticas a respeito do modo pelo qual essas bases foram inicialmente reconhecidas e posteriormente adotadas pela profissão.” (174)
- Vimos no primeiro capítulo que a emergência de um primeiro paradigma em qualquer domínio da ciência estava sempre associada a uma confiança crescente nos manuais. Eles, portanto, têm seu papel e sua importância para a ciência normal.
- “Entretanto, sendo os manuais veículos pedagógicos destinados a perpetuar a ciência normal, devem ser parcial ou totalmente reescritos toda vez que a linguagem, a estrutura dos problemas ou as normas da ciência normal se modifiquem. 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” (175)

- “Os manuais começam truncando a compreensão do cientista a respeito da história de sua própria disciplina e em seguida fornecem um substituto para aquilo que eliminaram.” (175)
 - Os manuais contém apenas um pouco de história, e toda ela selecionada e reinterpretada à luz do paradigma ao qual se filiam.
 - Os cientistas não são os únicos a fazerem isso com a história. “A tentação de escrever a história passada a partir do presente é generalizada e perene. Mas os cientistas são os mais afetados pela tentação de reescrever a história, em parte porque os resultados da pesquisa científica não revelam nenhuma dependência óbvia com relação ao contexto histórico da pesquisa e em parte porque, exceto durante as crises e as revoluções, a posição contemporânea do cientista parece muito segura.” (176)
 - “Whitehead captou o espírito a-histórico da comunidade científica ao escrever: *A ciência que hesita em esquecer seus fundadores está perdida*”. (176)
 - Mas segundo Kuhn Whitehead está errado. A ciência não tem esquecido seus heróis, ela necessita deles e os relembra, mas os reinterpreta e, ao fazer isso, esquece somente os seus trabalhos. E disso resulta a tendência a fazer com que a história da ciência pareça linear e cumulativa.
 - Os próprios cientistas fazem isso com relação aos seus próprios trabalhos. Todos os relatos de Dalton omitem que suas preocupações iniciais não eram exatamente os problemas químicos que sua teoria ajudou a resolver. Estes problemas lhe surgiram juntamente com suas soluções. Suas preocupações iniciais eram questões que eram tratadas à época como físicas e ligadas a meteorologia.
 - “Um outro exemplo: Newton escreveu que Galileu descobrira que a força constante da gravidade produz um movimento proporcional ao quadrado do tempo. De fato, o teorema cinemático de Galileu realmente toma essa forma quando inserido na matriz dos próprios conceitos dinâmicos de Newton. Mas Galileu não afirmou nada desse gênero. Sua discussão a respeito da queda dos corpos raramente alude a forças e muito menos a uma força gravitacional uniforme que causasse a queda dos corpos.” (177)
- Esta reconstrução histórica, que começa com os próprios cientistas e se estende aos manuais científicos pós-revolucionários **tornam as revoluções invisíveis**.
 - “Os manuais, por visarem familiarizar rapidamente o estudante com o que a comunidade científica contemporânea julga conhecer, examinam as várias experiências, conceitos, leis e teorias da ciência normal em vigor tão isolada e sucessivamente quanto possível. Enquanto pedagogia, essa técnica de apresentação está acima de qualquer crítica. Mas, quando combinada com a atmosfera geralmente a-histórica dos escritos científicos e com as distorções ocasionais ou sistemáticas examinadas acima, existem grandes possibilidades de que essa técnica cause a seguinte impressão: a ciência alcançou seu estado atual através de uma série de descobertas e invenções individuais, as quais, uma vez reunidas, constituem a coleção moderna dos conhecimentos técnicos. O manual sugere que os cientistas procuram realizar, desde os primeiros empreendimentos científicos, os objetivos particulares presentes nos paradigmas atuais. [...] Mas não é assim que a ciência se desenvolve. Muitos dos quebra-cabeças da ciência normal contemporânea passaram a existir somente depois

da revolução científica mais recente. Poucos deles remontam ao início histórico da disciplina na qual aparecem atualmente.” (178)

- Kuhn relembra então os exemplos de Dalton e Newton:
 - “A constância da composição é um simples fato da experiência, que os químicos poderiam ter descoberto através de experiências realizadas em qualquer um dos mundos em que realizaram suas pesquisas? Ou é antes um elemento – e como tal indubitável – de um novo tecido de fatos e teoria que Dalton adaptou à experiência química anterior, transformando-a no curso do processo?” (179)
 - “A aceleração constante produzida por uma força constante é um fato que os estudantes de Dinâmica pesquisam desde o início da disciplina? Ou é a resposta a uma questão que apareceu pela primeira vez no interior da teoria de Newton e que esta teoria pode responder utilizando-se do corpo de informações disponíveis antes da formulação da questão?” (179)
- Estas questões estão propostas a respeito de fatos. Mas obviamente podemos fazê-las a respeito de teorias. “Não há dúvida de que essas teorias “ajustam-se aos fatos”, mas somente transformando a informação previamente acessível em fatos que absolutamente não existiam para o paradigma precedente. Isso significa que as teorias também não evoluem gradualmente, ajustando-se a fatos que sempre estiveram à nossa disposição. Em vez disso, surgem ao mesmo tempo que os fatos aos quais se ajustam, resultando de uma reformulação revolucionária da tradição científica anterior.” (179)
- Um último exemplo citado por Kuhn é o fato de que todo manual de química atribui a origem da noção de elemento químico a Robert Boyle, químico do século XVII, onde há, de fato, uma definição de elemento químico bastante próxima da atual. No entanto, o que os manuais omitem é que segundo o próprio Boyle, “sua 'definição' não passava de uma paráfrase de um conceito químico tradicional; Boyle apresentou-o com o fim único de argumentar que não existia tal coisa chamada elemento químico; enquanto história, a versão que o manual apresenta da contribuição de Boyle está totalmente equivocada”. (180)
- Este erro é trivial, mas a imagem de ciência fomentada pela integração deste erro à estrutura técnica do texto não é trivial. “A definição de Boyle remonta pelo menos a Aristóteles e se projeta, através de Lavoisier, até os textos modernos. Contudo, isso não significa que a ciência tenha possuído o conceito de elemento desde a Antiguidade.” (180)
- “Mais do que qualquer outro aspecto da ciência, esta forma pedagógica [do manual] determinou nossa imagem a respeito da natureza da ciência e do papel desempenhado pela descoberta e pela invenção no seu progresso.” (181)
- A cumulatividade da ciência é um mito pedagógico sustentado pela autoridade dos manuais e da educação científica que, ao fazerem isso, apagam muito da história e tornam as revoluções invisíveis.

Capítulo 11 - A Resolução de Revoluções

- O objetivo de Kuhn neste capítulo é analisar as seguintes questões: “qual é o processo pelo qual um novo candidato a paradigma substitui seu antecessor?” (183) “O que leva um grupo a abandonar uma tradição de pesquisa normal por outra?” (184)

- A habilidade que os indivíduos proponentes de um novo paradigma têm para apreender e ver a ciência e o mundo de uma nova maneira é facilitada por duas circunstâncias ausentes à maioria dos outros cientistas:
 1. “Invariavelmente, tiveram sua atenção concentrada sobre problemas que provocam crises” (184)
 2. “São habitualmente 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” (184)
- Quando pratica a ciência normal, “o pesquisador é um solucionador de quebra-cabeças e não alguém que testa paradigmas”.
- O pesquisador assemelha-se ao enxadrista que, diante de uma situação problemática, testa mentalmente os diversos movimentos alternativos.
 - “Essas tentativas de acerto, feitas pelo enxadrista ou pelo cientista, testam a si mesmas e não as regras do jogo. São possíveis somente enquanto o próprio paradigma é dado como pressuposto. Por isso, o teste de um paradigma ocorre somente depois que o fracasso persistente na resolução de um quebra-cabeça importante dá origem a uma crise. E, mesmo então, ocorre somente depois que o sentimento de crise evocar um candidato alternativo a paradigma. Na ciência, a situação de teste não consiste nunca – como é o caso da resolução de quebra-cabeças – em simplesmente comparar um único paradigma com a natureza. Ao invés disso, o teste representa parte da competição entre dois paradigmas rivais que lutam pela adesão da comunidade científica.” (184)
- Se nos detivermos sobre as teorias filosóficas a respeito da verificação de teorias científicas, veremos que não se busca por critérios absolutos, uma vez que “nenhuma teoria pode ser submetida a todos os testes relevantes possíveis”. O que os filósofos se perguntam é pela probabilidade da teoria estar correta, dada a evidência existente. “Para responder a esta questão, uma escola importante é levada a comparar a habilidade das diferentes teorias para explicar a evidência disponível”. (185)
 - “Entretanto, em suas formas mais usuais, todas as teorias de verificação probabilísticas recorrem a uma ou outra das linguagens de observação puras ou neutras discutidas no Cap. 9. [...] Se, como já argumentamos, não pode haver nenhum sistema de linguagem ou de conceitos que seja científica ou empiricamente neutro, então a construção de testes e teorias alternativas deverá derivar-se de alguma tradição baseada em um paradigma. Com tal limitação ela não terá acesso a todas as experiências ou teorias possíveis. Consequentemente, as teorias probabilísticas dissimulam a situação de verificação tanto quanto a iluminam.” (185)
 - O que se dá, então, é que “a verificação é como a seleção natural: escolhe a mais viável entre as alternativas existentes em uma situação histórica determinada.” (185) Se esta escolha é a melhor possível? Isso não é uma pergunta que possa produtivamente ser respondida, “pois não dispomos de instrumentos que possam ser empregados na procura de respostas” (186).
- Com uma abordagem completamente distinta, Karl Popper “nega a existência de qualquer procedimento de verificação. Ao invés disso, enfatiza a importância da falsificação, isto é, do teste que, em vista de seu resultado negativo, torna inevitável a rejeição de uma teoria estabelecida.” (186)
 - “O papel que Popper atribui à falsificação assemelha-se muito ao que este ensaio

confere às experiências que, ao evocarem crises, preparam caminho para uma nova teoria. Não obstante, **as experiências anômalas não podem ser identificadas com experiências de falsificação. Na verdade, duvido muito que essas últimas existam.**" (186)

- "É precisamente a adequação incompleta e imperfeita entre a teoria e os dados que define, em qualquer momento, muitos dos quebra-cabeças que caracterizam a ciência normal. Se todo e qualquer fracasso na tentativa de adaptar a teoria e dados fosse motivo para rejeição de teorias, todas as teorias deveriam ser sempre rejeitadas." (186)
- É somente um fracasso grave na tentativa de adequação que justifica a rejeição de uma teoria. Isso impõe a Popper a necessidade de um critério de "improbabilidade" ou "grau de falsificação" e o leva às mesmas dificuldades dos defensores das teorias de verificação probabilísticas.
- Kuhn afirma que tanto os verificacionistas quanto Popper erram por não perceberem que estão tentando dar uma explicação única para dois processos muito separados:
 - Uma coisa é a **experiência anômala**, que é importante para a ciência porque gera competidores para um paradigma existente.
 - Outra coisa é a **falsificação**, que embora ocorra, não é mera consequência lógica da emergência da anomalia. É um processo separado que também poderia ser chamado de **verificação**, pois sempre exige a presença de um novo candidato a paradigma que triunfa sobre o anterior.
 - A **falsificação** de um paradigma jamais ocorre sem a **verificação** de um substituto.
 - "Ao menos para o historiador, tem pouco sentido sugerir que a verificação consiste em estabelecer o cordo do fato com a teoria. Todas as teorias historicamente significativas concordaram com os fatos; mas somente de forma **relativa**." (187)
 - Não há nenhuma resposta precisa à pergunta sobre se e em que medida uma teoria individual é adequada aos fatos. Só há possibilidade de resposta à pergunta sobre qual de duas teorias é, comparativamente à outra, mais adequada aos fatos.
- Mas a adequação aos fatos não é um critério neutro e objetivo para a escolha entre paradigmas. A questão é bem mais complexa do que isto indica.
 - "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 solução, a competição entre paradigmas poderia ser resolvida de uma forma mais ou menos rotineira, [...] mas na realidade, tais condições nunca são completamente satisfeitas. Nenhuma das partes aceitará todos os pressupostos não-empíricos de que o adversário necessita para defender sua posição. [...] A competição entre paradigmas não é o tipo de batalha que possa ser resolvido por meio de provas." (187-188)
- Kuhn denominou a este fracasso no estabelecimento de critérios cabais para a comparação entre paradigmas rivais de "incomensurabilidade das tradições científicas normais pré e pós-revolucionárias". Apenas para lembrar, os seus principais fatores são:
 - "Em primeiro lugar, os proponentes de paradigmas competidores discordam seguidamente quanto à lista de problemas que qualquer candidato a paradigma deve resolver. Seus padrões científicos ou suas definições de ciência não são os mesmos" (188)

- Uma teoria do movimento deve explicar a causa das forças de atração ou simplesmente indicá-las e descrever o comportamento que provocam?
 - A primeira alternativa era o padrão para a ciência e embasou as primeiras rejeições da dinâmica de Newton em favor das teorias de Aristóteles e Descartes. No entanto, uma vez aceita a teoria de Newton, afim com a segunda alternativa, ela baniu a explicação das causas das preocupações da ciência, que voltou mais tarde, com a Teoria Geral da Relatividade.
- Em segundo lugar, como o novo paradigma redefine e reutiliza muitos dos mesmos termos, conceitos e experiências do antigo paradigma, ocorre o que Thomas Kuhn chamou de “um mal-entendido entre as duas escolas competidoras”.
 - “O que anteriormente [à Einstein] se entendia por espaço era algo necessariamente plano, homogêneo, isotrópico e não afetado pela presença da matéria. [...] Para levar a cabo a transição ao universo de Einstein, toda a teia conceitual cujos fios são o espaço, o tempo, a matéria, a força, etc... teve que ser alterada e novamente rearticulada em termos do conjunto da natureza.” (189)
 - Os que acusaram Copérnico de louco, por proclamar que a terra se movia, não estavam nem completamente certos nem completamente errados. O conceito ptolomaico de Terra dependia dessa situação fixa. Aquela Terra não podia se mover às escondidas de nossas capacidades perceptivas. O sentido mesmo dos conceitos “Terra” e “Movimento” foram alterados por Copérnico. Sem tais modificações, conceber a Terra em movimento era mesmo uma loucura.
- Em terceiro lugar, o aspecto mais fundamental da incomensurabilidade dos paradigmas rivais, segundo Kuhn é que, “os proponentes dos paradigmas competidores praticam seus ofícios em mundos diferentes. Um contém corpos que caem lentamente; o outro pêndulos que repetem seus movimentos sem cessar. Em um caso, as soluções são compostos; no outro, misturas. [...] Por exercerem sua profissão em mundos diferentes, os dois grupos veem coisas diferentes quando olham de um mesmo ponto para a mesma direção.” (190)
- “Precisamente por tratar-se de uma transição entre incomensuráveis, a transição entre paradigmas em competição não pode ser feita passo a passo, por imposição da Lógica e de experiências neutras. Tal como a mudança da forma (Gestalt) visual, a transição deve ocorrer subitamente (embora não necessariamente num instante) ou então não ocorre jamais.” (190)
- Mas, então, com tantas dificuldades, resta a pergunta que motiva as investigações deste capítulo: “Como, então, são os cientistas levados a realizar essa transposição [entre paradigmas]?” (190)
- Kuhn afirma, que parte da resposta é a admissão de que eles não são levados de modo algum:
 - “O copernicismo fez poucos adeptos durante quase um século, após a morte de Copérnico. A obra de Newton não alcançou aceitação geral, especialmente no continente europeu, senão mais de meio século depois do aparecimento dos *Principia*.” (191)
 - “Darwin, numa passagem particularmente perspicaz escreveu: 'Embora esteja plenamente convencido da verdade das concepções apresentadas neste volume [...]

não espero, de forma alguma, convencer naturalistas experimentados cujas mentes estão ocupadas por uma multidão de fatos, concebidos através dos anos, desde um ponto de vista diametralmente oposto ao meu [...] [Mas] encaro com confiança o futuro – os naturalistas jovens que estão surgindo, que serão capazes de examinar ambos os lados da questão com imparcialidade” (191)

- “Max Planck, ao passar em revista a sua carreira no seu Scientific Autobiography, observou tristemente que 'uma nova verdade científica não triunfa convencendo seus oponentes e fazendo com que vejam a luz, mas porque seus oponentes finalmente morreram e uma nova geração cresce familiarizada com ela.’” (191)
- “A transferência de adesão de um paradigma a outro é uma experiência de conversão que não pode ser forçada. A resistência de toda uma vida, especialmente por parte daqueles cujas carreiras produtivas comprometeu-os com uma tradição mais antiga da ciência normal, não é uma violação dos padrões científicos, mas um índice da própria natureza da pesquisa científica. A fonte dessa resistência é a certeza de que o paradigma antigo acabará resolvendo todos os seus problemas e que a natureza pode ser enquadrada na estrutura proporcionada pelo modelo paradigmático.” (191-192)
- “Contudo, afirmar que a resistência é inevitável e legítima e que a mudança de paradigma não pode ser justificada através de provas não é afirmar que não existem argumentos relevantes ou que os cientistas não podem ser persuadidos a mudar de ideia.” (192)
- E estas conversões, muitas vezes, ocorrem sim, mantendo ainda nossa pergunta original.
 - “Que espécie de resposta podemos esperar? Nossa questão é nova, precisamente porque se refere a técnicas de persuasão ou a argumentos e contra-argumentos em uma situação onde não pode haver provas, exigindo precisamente por isso uma espécie de estudo que ainda não foi empreendido.” (192)
 - “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 do Sol ajudou a fazer de Kepler um copernicano – encontram-se inteiramente fora da esfera aparente da ciência.” (193)
 - “[P]recisamos aprender a colocar essa questão de maneira diferente. Nossa preocupação não será com os argumentos que realmente convertem um ou outro indivíduo, mas com o tipo de comunidade que cedo ou tarde se reforma como um único grupo.” (193)
- Kuhn, contudo, deixará este problema para o capítulo final e propõe, por ora, examinar alguns dos tipos eficazes de argumentos para a mudança paradigmática.
- A alegação isolada de que o novo paradigma é capaz de resolver os problemas que conduziram o paradigma antigo à crise é, sem dúvida, o argumento mais eficaz para a mudança paradigmática.
 - Copérnico alegava ter resolvido o problema da extensão do ano no calendário.
 - Newton, ter reconciliado a Mecânica terrestre com a celeste.
 - Lavoisier, ter resolvido os problemas da identidade dos gases e das relações de peso.
 - Einstein, ter tornado a Eletrodinâmica compatível com uma ciência reelaborada do movimento.
- Se o novo paradigma for quantitativamente mais preciso que o anterior, estas alegações

têm grande poder de convencimento.

- Contudo, alegar ter resolvido os problemas que provocam crises, “raras vezes é suficiente por si mesm[o]”, e nem sempre são alegações legítimas:
 - A teoria de Copérnico não era mais precisa que a de Ptolomeu e nem conduziu a nenhum aperfeiçoamento imediato do calendário.
- “Algumas vezes, a prática mais livre que caracteriza a pesquisa extraordinária produzirá um candidato a paradigma que, inicialmente, não contribuirá absolutamente para a resolução dos problemas que provocaram crise. Quando isso ocorre, torna-se necessário buscar evidências em outros setores da área de estudos. [...] Nesses outros setores, argumentos particularmente persuasivos podem ser desenvolvidos, caso o novo paradigma permita a predição de fenômenos totalmente insuspeitados pela prática orientada pelo paradigma anterior.” (194-195)
 - “A teoria da Copérnico, por exemplo, sugeria que os planetas deveriam ser como a Terra, que Vênus deveria apresentar fases e que o Universo necessariamente seria muito maior do que até então se supunha. Em consequência disso, quando, sessenta anos após a sua morte, o telescópio exibiu repentinamente as montanhas na Lua, as fases de Vênus e um número imenso de estrelas de cuja existência não se suspeitava, numerosos adeptos, especialmente entre os não-astrônomos, foram conquistados para a nova teoria por tais observações.” (195)
- Além destes argumentos, relativos à habilidade dos paradigmas competidores para resolver problemas, há outros argumentos, “raras vezes completamente explicitados, que apelam, no indivíduo, ao sentimento do que é apropriado ou estético – a nova teoria é 'mais clara', 'mais adequada' ou 'mais simples' que a anterior.”
 - “[A] importância das considerações estéticas pode algumas vezes ser decisiva. Embora seguidamente atraiam apenas alguns cientistas para a nova teoria, o triunfo final desta pode depender desses poucos.” (196)
 - “Quando um novo candidato a paradigma é proposto pela primeira vez, muito dificilmente resolve mais do que alguns dos problemas com os quais se defronta e a maioria dessas soluções está longe de ser perfeita.” (196)
 - Até Kepler, a teoria copernicana não aperfeiçoou as previsões planetárias de Ptolomeu.
 - Mesmo na área da crise os opositores do novo paradigma podem legitimamente alegar que ele é pouco superior ao seu rival tradicional, para o qual sempre há esperanças de uma rearticulação que resolva os problemas críticos:
 - “Tanto o sistema astronômico geocêntrico de Tycho Brahe, como as últimas versões da teoria flogística foram respostas aos desafios apresentados por um novo candidato a paradigma e ambas foram bastante bem sucedidas.” (197)
 - Os defensores do velho paradigma também podem apontar problemas que eles próprios não enfrentam, mas que afetam exclusivamente o seu rival novo.
 - “Até a descoberta da composição da água, a combustão do hidrogênio representava um forte argumento em favor da teoria flogística e contra a teoria de Lavoisier.” (197)
 - Os vários argumentos contra Copérnico: argumento da torre, paralaxe das

estrelas,...

- “Em suma: se um novo candidato a paradigma tivesse que ser julgado desde o início por pessoas práticas, que examinassem tão somente sua habilidade relativa para resolver problemas, as ciências experimentariam muito poucas revoluções de importância. Junte-se a isso os contra-argumentos gerados por aquilo que acima chamamos de incomensurabilidade dos paradigmas e as ciências poderiam não experimentar revoluções de espécie alguma.” (198)
- Kuhn afirma, então que a questão mais fundamental no debate entre paradigmas não é a habilidade relativa de resolver problemas, mas “a questão é saber que paradigma deverá orientar no futuro as pesquisas sobre problemas”.
 - “Com relação a muitos desses problemas, nenhum dos competidores pode alegar condições para resolvê-los completamente. Requer-se aqui uma decisão entre maneiras alternativas de praticar a ciência e nessas circunstâncias a decisão deve basear-se mais nas promessas futuras do que nas realizações passadas.” (198)
 - Quem adota o novo paradigma o faz por “fé na [sua] capacidade de resolver os grandes problemas com que se defronta, sabendo apenas que o paradigma anterior fracassou em alguns deles. Uma decisão desse tipo só pode ser feita com base na fé.” (198)
 - É por isso que a experiência da crise é fundamental para a mudança paradigmática. “Cientistas que não a experimentaram raramente renunciarão às sólidas evidências de resolução de problemas.” (198)
 - Mas só a crise não é suficiente. Os cientistas precisam reconhecer no novo paradigma algum mérito que lhe dê credibilidade, ainda que este mérito não necessite ser nem racional nem correto. “Em alguns casos somente considerações estéticas pessoais e inarticuladas podem realizar isso”. (199)
 - Estes argumentos mais subjetivos, obviamente não justificam completamente a mudança paradigmática, “mas para que o paradigma possa triunfar é necessário que ele conquiste alguns adeptos iniciais, que o desenvolverão até o ponto em que argumentos objetivos possam ser produzidos e multiplicados. Mesmo esses argumentos, quando surgem, não são individualmente decisivos. Visto que os cientistas são homens razoáveis, um ou outro argumento acabará persuadindo muitos deles. Mas não existe um único argumento que possa ou deva persuadi-los todos. Mais que uma conversão de um único grupo, o que ocorre é uma crescente alteração na distribuição de adesões profissionais.” (199)
- “Embora o historiador sempre possa encontrar homens – Priestley, por exemplo, que não foram razoáveis ao resistirem por tanto tempo, não encontrará um ponto onde a resistência torna-se ilógica ou acientífica. Quando muito ele poderá querer dizer que o homem que continua a resistir após a conversão de toda a sua profissão deixou *ipso factode* ser um cientista.” (200)

Capítulo 12 - O Progresso Através de Revoluções

- A questão que Thomas Kuhn está interessado em responder no capítulo final de sua obra capital é a seguinte:
 - “Por que o empreendimento científico progride regularmente utilizando meios que a

Arte, a Teoria Política ou a Filosofia não podem empregar? Por que será o progresso um pré-requisito reservado quase exclusivamente para a atividade que chamamos ciência? As respostas mais usuais para esta questão foram recusadas no corpo deste ensaio.” (201)

- Kuhn inicia esta reflexão indicando que parte importante desta questão é meramente semântica, relativa ao significado e definição de termos:
 - “O termo ciência está reservado, em grande medida, para aquelas áreas que progredem de uma maneira óbvia.” (202)
- Os debates sobre a suposta cientificidade das ciências humanas/sociais ilustram este ponto. Alguns defendem, por exemplo, que a Psicologia é uma ciência por ter tais e tais características. Outros, negam-lhe o rótulo de ciência argumentando que tais características são desnecessárias ou insuficientes.
 - “Pode uma definição indicar-nos se um homem é ou não um cientista? Se é assim, por que os artistas e os cientistas das ciências da natureza não se preocupam com a definição do termo?” (202)
- Kuhn, então, indica que algo mais fundamental deve estar em jogo e sugere que mais importante que o rótulo de ciência, são as outras questões que vêm junto com esta:
 - “Por que minha área de estudos não progride do mesmo modo que a Física? Que mudanças de técnica, método ou ideologia fariam com que progredisse?” (202)
- Estas perguntas, no entanto, não são do tipo que podem ser resolvidas por um acordo sobre definição.
 - “Por exemplo, talvez seja significativo que os economistas discutam menos sobre a cientificidade de seu campo de estudo do que profissionais de outras áreas da ciência social. Deve-se isso ao fato de os economistas saberem o que é ciência? Ou será que estão de acordo a respeito da Economia?” (202)
- Há uma recíproca para este ponto. A pintura, por exemplo, foi considerada como A disciplina cumulativa por excelência. “Supunha-se então que o objetivo do artista era a representação. Críticos e historiadores [...] registravam com veneração a série de invenções que, do escorço ao claro-escuro, haviam tornado possível representações sempre mais perfeitas da natureza. Mas nesse período [...] não se estabelecia uma clivagem muito grande entre a ciências e as artes.” (203)
- “Contudo, reconhecer que tendemos a considerar como científica qualquer área de estudos que apresente um progresso marcante, ajuda-nos apenas a esclarecer, mas não a resolver nossa dificuldade atual. Permanece ainda o problema de compreender por que o progresso é uma característica notável em um empreendimento conduzido com as técnicas e os objetivos que descrevemos neste ensaio.” (203)
- Para responder a esta questão, Kuhn examina separadamente a questão do progresso na ciência normal e na ciência extraordinária.
 - “Os membros de uma comunidade científica amadurecida trabalham a partir de um único paradigma ou conjunto de paradigmas estreitamente relacionados. [...] Examinando-se a questão a partir de uma única comunidade, de cientistas ou não cientistas, o resultado do trabalho criador bem sucedido é o progresso. [...] Enquanto os artistas tiveram como objetivo a representação, tanto os críticos como os historiadores registraram o progresso do grupo.” (204)

- “O teólogo que articula o dogma ou o filósofo que aperfeiçoa os imperativos kantianos contribuem para o progresso, ainda que apenas para o grupo que compartilha suas premissas.” (204)
- “Se, como fazem muitos, duvidamos de que áreas não-científicas realizem progressos, isso não se deve ao fato de que escolas individuais não progridam. Deve-se antes à existência de escolas competidoras, cada uma das quais questiona constantemente os fundamentos alheios.” (204)
- Por exemplo, “durante o período pré-paradigmático, quando temos uma multiplicidade de escolas em competição, torna-se muito difícil encontrar provas de progresso, a não ser no interior das escolas”. (205)
- “Assim, no que diz respeito à ciência normal, parte da resposta para o problema do progresso está no olho do espectador. O progresso científico não difere daquele obtido em outras áreas, mas a ausência, na maior parte dos casos, de escolas competidoras, que questionem mutuamente seus objetivos e critérios, torna bem mais fácil perceber o progresso de uma comunidade científica normal.” (205)
- Mas isso é apenas parte da resposta. Há outros aspectos da vida profissional científica que explicam e acomodam bem a ideia de progresso na ciência normal:
 - A aceitação acrítica do paradigma, dirige os esforços dos cientistas à aos fenômenos esotéricos e sutis, aumentando “tanto a competência como a eficácia com as quais o grupo como um todo resolve novos problemas” (206).
 - O isolamento sem paralelo das comunidades científicas frente às exigências dos não-especialistas e da vida cotidiana também ajuda a explicar a questão.
 - “Em nenhuma outra comunidade profissional o trabalho criador individual é endereçado a outros membros da profissão (e por eles avaliado) de uma maneira tão exclusiva. [...] Uma vez que o cientista trabalha apenas para uma audiência de colegas, audiência que partilha de seus valores e crenças, ele pode pressupor um conjunto específico de critérios. O cientista não necessita preocupar-se com o que pensará outro grupo ou escola. Poderá, portanto, resolver um problema e passar ao seguinte mais rapidamente do que os que trabalham para um grupo mais heterodoxo. (206)
 - O cientista é livre para escolher entre os muitos problemas que a sua profissão lhe coloca, aqueles que se julga competente para resolver, sem a necessidade de levar em consideração questões externas à comunidade.
 - A educação dos cientistas é feita via manual (os livros didáticos) até os estágios bem avançados, o que o instrumentaliza de forma bastante adequada para o trabalho científico normal de resolução de quebra-cabeças e para a produção de crises. Embora não esteja preparado para a resolução das crises.
 - “No seu estado normal, a comunidade científica é um instrumento imensamente eficiente para resolver problemas ou quebra-cabeças definidos por seu paradigma. Além do mais, a resolução desses problemas deve levar inevitavelmente ao progresso.” (208)
- Este ponto não é problemático, mas levanta o segundo aspecto da questão do progresso, o progresso alcançado através da ciência extraordinária:
 - “Aparentemente o progresso acompanha, na totalidade dos casos, as revoluções

científicas. Por que?” (208)

- É sobre este novo aspecto da reflexão sobre o progresso na ciência que Kuhn se volta neste momento.
 - “As revoluções terminam com a vitória total de um dos dois campos rivais. Alguma vez o grupo vencedor afirmará que o resultado de sua vitória não corresponde a um progresso autêntico? Isso equivaleria a admitir que o grupo vencedor estava errado e seus oponentes certos. Pelo menos para a facção vitoriosa o resultado de uma revolução deve ser o progresso.” (209)
 - Vimos no Cap. 10, inclusive, as técnicas pelas quais a história é recontada para as gerações futuras pela ótica do paradigma vencedor, forçando uma abordagem cumulativa e de progresso.
 - “A educação científica não possui algo equivalente ao museu de arte ou a biblioteca de clássicos. [...] Mais do que os estudiosos de outras áreas criadoras, o cientista vê esse passado como algo que se encaminha, em linha reta, para a perspectiva atual da disciplina. Em suma, vê o passado da disciplina como orientado para o progresso.” (209)
 - Mas “nenhuma explicação do progresso gerado pelas revoluções pode ser interrompida neste ponto. Isso seria subentender que nas ciências o poder cria o direito. [...] Se somente a autoridade (e especialmente a autoridade não-profissional) fosse o árbitro dos debates sobre paradigmas, daí ainda poderia resultar uma revolução, mas não uma revolução **científica**.” (210)
 - “A própria existência da ciência depende da delegação do poder de escolha entre paradigmas a membros de um tipo especial de comunidade. Quão especial essa comunidade precisa ser para que a ciência possa sobreviver e crescer verifica-se pela fragilidade do controle que a Humanidade possui sobre o empreendimento científico.” (210)
 - Arte, tecnologia, religião, sistema político, leis,... são características presentes em praticamente todas as civilizações das quais temos notícia. “Mas apenas as civilizações que descendem da Grécia helênica possuíam algo mais do que uma ciência rudimentar. A massa dos conhecimentos científicos existentes é um produto europeu, gerado nos últimos quatro séculos. Nenhuma outra civilização ou época manteve essas comunidades muito especiais das quais provêm a produtividade científica.” (210)
 - Ha certas características específicas exigidas para se fazer parte destas comunidades e ser membro de um grupo científico profissional:
 - O cientista precisa estar preocupado com a resolução de problemas relativos ao comportamento da natureza;
 - Embora estas preocupações possam ter amplitude global, os problemas nos quais trabalha devem ser problemas de detalhe;
 - As soluções satisfatórias não podem ser meramente pessoais, mas devem ser aceitas por muitos;
 - O grupo que autoriza e sustenta tais soluções não é extraído ao acaso da sociedade. Ao contrário, é a comunidade bem definida dos colegas profissionais do cientista.
 - Não há argumento de autoridade nem de popularidade na ciência. Quem decide

sobre a validade e adequação de uma resposta são sempre os pares (os colegas cientistas profissionais), jamais o povo ou um chefe de estado.

- “Os membros do grupo, enquanto indivíduos e em virtude de seu treino e experiência comuns, devem ser vistos como os únicos conhecedores das regras do jogo ou de algum critério equivalente para julgamentos inequívocos.” (211)
- Repare que nenhuma outra comunidade profissional partilha de todas as características desta lista. Ela representa bem a comunidade científica.
- Então, com relação à mudança paradigmática, à ciência extraordinária, podemos concluir alguns pontos desta lista, toda ela extraída da atividade da ciência normal:
 - Como o grupo é de especialistas, eles sabem quais os problemas já estão esclarecidos e não seriam facilmente persuadidos a adotar um ponto de vista (um novo paradigma) que reabra muitos dos problemas já resolvidos.
 - É preciso sempre que uma crise atenua a segurança profissional e mesmo assim, os cientistas relutarão em adotar qualquer candidato a paradigma a menos que sejam convencidos que duas condições primordiais foram preenchidas:
 1. “O novo candidato deve parecer capaz de solucionar algum problema extraordinário, reconhecido como tal pela comunidade e que não possa ser analisado de nenhuma outra maneira” (212)
 2. “O novo paradigma deve garantir a preservação de uma parte relativamente grande da capacidade objetiva de resolver problemas, conquistada pela ciência com o auxílio dos paradigmas anteriores.” (212)
 - Por isso os novos paradigmas sempre preservam em larga medida “o que as realizações científicas passadas possuem de mais concreto. Além disso, sempre permitem a solução concreta de problemas adicionais.” (212)
 - Isso não significa que a habilidade de resolver problemas seja o critério único para a escolha entre paradigmas. Mas a comunidade tentará evitar perdas ao máximo.
 - “No decorrer desse processo, a comunidade sofrerá perdas. Com frequência alguns problemas antigos precisarão ser abandonados. Além disso, comumente a revolução diminui o âmbito dos interesses profissionais da comunidade, aumenta seu grau de especialização e atenua sua comunicação com outros grupos, tanto científicos como leigos. Embora certamente a ciência se desenvolva em termos de profundidade, pode não desenvolver-se em termos de amplitude.” (212)
 - “Todavia, apesar desse e de outras perdas experimentadas pelas comunidades individuais, a natureza de tais grupos fornece uma garantia virtual de que tanto a relação dos problemas resolvidos pela ciência, como a precisão das soluções individuais de problemas aumentarão cada vez mais.” (213)
- Kuhn evidencia então que, embora não possa ser possível conceber a ciência desvinculada da ideia de progresso, a própria noção de progresso que ele está atribuindo à ciência é um pouco distinta da usual.
 - “Talvez tenhamos que abandonar a noção, explícita ou implícita, segundo a qual as mudanças de paradigma levam os cientistas e os que com eles aprendem a uma proximidade sempre maior da verdade.” (213)
 - Aliás, verdade é um termo que simplesmente não está presente na abordagem de

Thomas Kuhn. Se há desenvolvimento e progresso na atividade científica, **não é desenvolvimento, progresso ou evolução em direção a algo, seja este algo a verdade ou qualquer outra coisa.** A noção de progresso de Thomas Kuhn é apenas a de progresso a partir de um início primitivo, através de estágios sucessivos que se caracterizam por uma compreensão sempre mais refinada e detalhada da natureza.

- Não é necessário que haja um objetivo estabelecido pela natureza para o empreendimento científico. Kuhn se pergunta:
 - “Será realmente útil conceber a existência de uma explicação completa, objetiva e verdadeira da natureza, julgando as realizações científicas de acordo com sua capacidade para nos aproximar daquele objetivo último? Se pudermos aprender a substituir a evolução-a-partir-do-que-sabemos pela evolução-em-direção-ao-que-queremos-saber, diversos problemas aflitivos poderão desaparecer nesse processo. Por exemplo, o problema da indução deve estar situado em algum ponto desse labirinto.” (214) → conferir original
- Kuhn então compara a sua concepção de progresso na ciência com a teoria da evolução por seleção natural de Darwin. Segundo Kuhn a principal novidade e dificuldade para a aceitação da teoria darwiniana não era “a noção de mudança das espécies, nem a possível descendência do homem a partir do macaco.” Estas ideias já eram sugeridas e aceitáveis a partir de teorias predecessoras da de Darwin (Lamarck, Chambers, Spencer,...)
- Mas todas estas teorias antecessoras “consideravam a evolução um processo orientado para um objetivo. A “ideia” de homem, bem como as da flora e fauna contemporâneas, eram pensadas como existentes desde a primeira criação da vida, presentes talvez na mente divina. Essa ideia ou plano fornecera a direção e o impulso para todo o processo de evolução.” (214)
- “A crença de que a seleção natural, resultando de simples competição entre organismos que lutam pela sobrevivência, teria produzido tanto homem como animais e plantas superiores era o aspecto mais difícil e mais perturbador da teoria de Darwin. O que poderiam significar 'evolução', 'desenvolvimento' e 'progresso' na ausência de um objetivo especificado? Para muitas pessoas, tais termos adquiriram subitamente um caráter contraditório.” (215)
- Analogamente, na ciência, “o processo que o cap. 11 descreve como a resolução das revoluções corresponde à seleção pelo conflito da maneira mais adequada de praticar a ciência – seleção realizada no interior da comunidade científica. [...] Estágios sucessivos desse processo de desenvolvimento são marcados por um aumento de articulação e especialização do saber científico. Todo esse processo pode ter ocorrido, como no caso da evolução biológica, sem o benefício de um objetivo preestabelecido, sem uma verdade científica permanentemente fixada.” (215-216)
- Em alguma medida, pelo menos de um ponto de vista determinado, Kuhn deu resposta às seguintes questões:
 - Por que a comunidade científica haveria de ser capaz de alcançar um consenso estável, inatingível em outros domínios?
 - Por que tal consenso há de resistir a uma mudança de paradigma após a outra?
 - Por que uma mudança de paradigma haveria de produzir invariavelmente um instrumento mais perfeito do que aqueles anteriormente conhecidos?

- Mas todas as suas respostas só são aceitáveis na medida em que mais uma pergunta seja também respondida. Não só a abordagem de Kuhn depende de considerações sobre esta pergunta, mais qualquer outra teoria sobre a ciência. Esta pergunta fundamental Kuhn não a responde e, segundo ele, tampouco os outros filósofos da ciência a respondem.
 - **“Como deve ser a natureza, incluindo-se nela o homem, para que a ciência seja possível?” (216)**
 - **“Não é apenas a comunidade científica que deve ser algo especial. O mundo do qual essa comunidade faz parte também possui características especiais. Que características devem ser essas?” (216)**
 - **“Esse problema – O que deve ser o mundo para que o homem possa conhecê-lo? - não foi, entretanto, criado por este ensaio. Ao contrário, é tão antigo como a própria ciência e permanece sem resposta. Mas não precisamos respondê-lo aqui. Qualquer concepção da natureza compatível com o crescimento da ciência é compatível com a noção evolucionária de ciência desenvolvida neste ensaio. Uma vez que essa noção é igualmente compatível com a observação rigorosa da vida científica, existem fortes argumentos para empregá-la nas tentativas de resolver a multidão de problemas que ainda perduram” (216)**

The End!

Posfácio – 1969

- Até a data da publicação deste posfácio, sete anos após a publicação da primeira edição, o livro de Kuhn havia provocado MUITAS reações. Muitas favoráveis, mas também muitas críticas. Aqui Kuhn faz alguns esclarecimentos e alguma revisão de pontos específicos de sua teoria. Esclarece, principalmente, questões referentes ao conceito de paradigma, mantendo, no entanto, o fundamental de sua teoria inalterada.
- Ele dividirá o posfácio em 7 itens onde abordará:
 1. Neste item Kuhn pretende retirar a dependência que a sua definição de comunidade científica tem do conceito de paradigma, eliminando uma circularidade viciosa presente no texto original.
 2. Neste item Kuhn abordará o que chama de aspecto sociológico do conceito de paradigma, ou seja, “a constelação de crenças, valores, técnicas, etc..., partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada. Proporá para estes aspectos do que no texto original chamou de paradigma um novo termo: matriz disciplinar.
 3. Aqui Kuhn tratará dos paradigmas enquanto realizações passadas dotadas de natureza exemplar. É esta a acepção do termo paradigma que Kuhn quer continuar a manter sob o mesmo rótulo.
 4. Neste item, Kuhn responderá a acusações de subjetivismo e irracionalismo que sua abordagem recebeu.
 5. Aqui, Kuhn tratará do problema entre escolhas de teorias incompatíveis, defendendo a racionalidade deste processo, que também foi muito atacada por seus críticos.
 6. Neste item, Kuhn examina a acusação de que a sua concepção de ciência é totalmente

relativista

7. Por fim, responde às críticas de ter escrito um livro que transita ambigualmente entre uma abordagem descritiva e normativa sobre a ciência. Vamos aos itens.

1. Os Paradigmas e a Estrutura da Comunidade

- Existe uma circularidade viciosa com a noção de paradigma presente no texto:
 1. “Um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham” (219)
 2. “Uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma” (219)
- Kuhn afirma que as comunidades não precisam ser definidas através do conceito de paradigma. Devemos rejeitar a forma (2) acima.
 - As comunidades podem e devem ser isoladas e entendidas sem o uso da noção de paradigmas. Feito isso, os paradigmas podem ser descobertos através do escrutínio do comportamento dos membros de uma comunidade dada.
- Os próprios cientistas identificam, imediatamente, suas filiações comunitárias e há formas sistemáticas de identificá-las.
 - “Uma comunidade científica é formada pelos praticantes de uma especialidade científica. Estes foram submetidos a uma iniciação profissional e a uma educação similares, numa extensão sem paralelos na maioria das outras disciplinas. Neste processo absorveram a mesma literatura técnica e dela retiraram muitas das mesmas lições” (220)
 - “Há escolas nas ciências, isto é, comunidades que abordam o mesmo objeto científico a partir de pontos de vista incompatíveis. Mas são bem mais raras aqui do que em outras áreas; estão sempre em competição e na maioria das vezes essas competições terminam rapidamente.” (221)
- Dentro das comunidades a comunicação é ampla e os julgamentos profissionais tendem a ser unânimes. Entre as comunidades a comunicação é mais difícil e frequentemente resulta em mal-entendidos.
- Há muitos níveis de comunidades: num nível superior, a dos cientistas naturais – num nível intermediário, as dos físicos, dos químicos, dos astrônomos, zoólogos,... – num nível mais baixo, podemos identificar as comunidades dos químicos orgânicos, dos físicos de estados sólidos, dos radioastrônomos,...
 - A formação/titulação, a participação em sociedades profissionais, a leitura de periódicos especializados,... são sinais suficientes da filiação de um cientista a alguma comunidade.
- Os paradigmas são, então, algo compartilhado pelos membros dessas comunidades, sendo que a definição e identificação destas comunidades **não depende da noção de paradigma**.
- Antes de se dedicar ao conceito de paradigma, nos próximos itens, Kuhn apresenta aqui uma lista de temas que exigem referência apenas a esta estrutura comunitária independentemente dos paradigmas.
 - Um destes temas, o mais surpreendente deles, é a transição do período pré-paradigmático para o pós-paradigmático. “Indicar que a transição não precisa (atualmente penso que não deveria) estar associada com a primeira aquisição de um

paradigma pode ser útil a essa discussão. Os membros de todas as comunidades científicas, incluindo as escolas do período “pré-paradigmático”, compartilham os tipos de elementos que rotulei coletivamente de “um paradigma”. O que muda com a transição à maturidade não é a presença de um paradigma, mas antes a sua natureza. Somente depois da transição é possível a pesquisa normal orientada para a resolução de quebra-cabeças.” (223)

- Outro destes temas é a incorreta “identificação biunívoca implícita neste livro entre comunidades científicas e objetos de estudo científicos. Procedi repetidamente como se, digamos, 'Ótica Física', 'Eletricidade' e 'Calor' devessem indicar comunidades científicas porque nomeiam objetos de estudos para a pesquisa. [...] Contudo indicações desse tipo não resistem a um exame. Não havia por exemplo, nenhuma comunidade de cientistas ligados à Física antes da metade do século XIX, tendo então sido formada pela fusão de partes de duas comunidades anteriormente separadas: a Matemática e a da Filosofia da Natureza.” (223)
 - “Um paradigma governa, em primeiro lugar, não um objeto de estudo, mas um grupo de praticantes da ciência.” (224)
- Uma outra alteração é: “Diversos críticos puseram em dúvida se as crises (consciência comum de que algo saiu errado) precedem as revoluções tão invariavelmente como dei a entender no meu texto original. Contudo, **nenhuma parte importante da minha argumentação depende da existência de crises como um pré-requisito essencial para as revoluções** [eu mesmo, Daniel, duvido disso!!]; precisam apenas ser o prelúdio costumeiro, proporcionando um mecanismo de autocorreção, capaz de assegurar que a rigidez da ciência normal não permanecerá para sempre sem desafio. É igualmente possível que as revoluções sejam induzidas através de outras maneiras, embora pense que isso raramente ocorre.” (225)
- Um último ponto, finalmente: “as crises não são necessariamente geradas pelo trabalho da comunidade que as experimenta e, algumas vezes, sofre em consequência disso uma revolução. Novos instrumentos como o microscópio eletrônico ou novas leis como as de Maxwell podem ser desenvolvidas numa especialidade, enquanto a sua assimilação provoca uma crise em outra.” (225)

2. Os Paradigmas Como a Constelação dos Compromissos de Grupo

- Uma vez o conceito de paradigma separado do de comunidade científica, resta a pergunta, o que são os paradigmas? “Este é o ponto mais obscuro e mais importante de meu texto original.” Há 22 maneiras diferentes nas quais o termo é utilizado (o trabalho de Masterman identificou).
 - Kuhn atribui a grande maioria destas diferenças a “incongruências estilísticas” que podem ser eliminadas com facilidade:
 - “algumas vezes as Leis de Newton são um paradigma, em outras, partes de um paradigma, ou, em ainda outras, paradigmáticas.” (226)
- Feito o trabalho editorial de eliminar estas diferenças por incongruências estilísticas restaria, na concepção de Kuhn, dois usos muito distintos do termo paradigma, que devem ser distinguidos.
 - O emprego mais global do termo será analisado neste item e o seu sentido mais específico no item 3.

- Dada uma comunidade particular de cientistas e tendo entendido que seu reconhecimento não depende do conceito de paradigma, “*valeria a pena perguntar: dentre o que é partilhado por seus membros, o que explica a relativa abundância de comunicação profissional e a relativa unanimidade de julgamentos profissionais?*” (226)
 - A resposta que encontramos para esta pergunta nas páginas da *Estrutura das Revoluções Científicas* é: um paradigma, ou um conjunto de paradigmas.
- No entanto, Kuhn explicitamente se retrata aqui, afirmando que este uso do termo paradigma é, de fato, inapropriado.
 - “Nesse sentido [...] o termo paradigma é inapropriado. Os próprios cientistas diriam que partilham de uma teoria ou de um conjunto de teorias. [...] Contudo, o termo 'teoria', tal como é empregado presentemente na Filosofia da Ciência, conota uma estrutura bem mais limitada em natureza e alcance do que a exigida aqui. [...] Para os nossos propósitos atuais, sugiro 'matriz disciplinar': 'disciplinar' porque se refere a uma posse comum aos praticantes de uma disciplina particular; 'matriz' porque é composta de elementos ordenados de várias espécies, cada um deles exigindo uma determinação mais pormenorizada. Todos ou quase todos os objetos de compromisso grupal que meu texto original designa como paradigmas, partes de paradigma ou paradigmáticos, constituem essa matriz disciplinar e como tais formam um todo funcionando em conjunto.” (226-227)
- Kuhn apresenta, então, uma indicação dos principais tipos de componentes de uma matriz disciplinar:
- **TIPO 1 – Generalizações Simbólicas** → representam as expressões consensuais empregadas pelos membros do grupo. Algumas vezes são encontradas em forma simbólica ($f=ma$), outras vezes em palavras ('os elementos combinam-se numa proporção constante aos seus pesos').
 - São estas expressões consensuais que configuram os “*pontos de apoio para a aplicação das poderosas técnicas de manipulação lógica e matemática no seu trabalho de resolução de enigmas*” (227)
 - “Tais generalizações assemelham-se a leis da natureza, mas muitas vezes não possuem apenas essa função para os membros do grupo. [...] Mais frequentemente, [...] as generalizações simbólicas prestam-se simultaneamente a uma segunda função, em geral rigorosamente distinguida da primeira nas análises dos filósofos da ciência. [...] As generalizações simbólicas funcionam em parte como leis e em parte como definições de alguns símbolos que elas empregam. Além disso, o equilíbrio entre suas forças legislativas e definitórias – que são inseparáveis – muda com o tempo.” (227-228)
 - “No momento suspeito de que, entre outras coisas, todas as revoluções envolvem o abandono de generalizações cuja força era parcialmente tautológica.” (228)
- **TIPO 2 – Partes Metafísicas dos Paradigmas** → compromissos coletivos com crenças:
 - *o calor é a energia cinética das partes constituintes dos corpos;*
 - *todos os fenômenos perceptivos são devidos à interação de átomos qualitativamente neutros no vazio.*
 - “Se agora reescrevesse este livro, eu despreveria tais compromissos como crenças em determinados modelos e expandiria a categoria 'modelos' de modo a incluir também a variedade relativamente heurística:

- *o circuito elétrico pode ser encarado como um sistema hidrodinâmico em estado de equilíbrio;*
 - *as moléculas de um gás comportam-se como pequeninas bolas de bilhar elásticas movendo-se ao acaso.” (228-229)*
- Estes modelos, sejam ontológicos sejam heurísticos, fornecem à comunidade as analogias ou metáforas preferidas ou permissíveis e com isso auxiliam a determinar aquilo que pode ou não ser aceito como solução de quebra-cabeça.
- Há no entanto um ponto muito importante, os membros de comunidades científicas não precisam compartilhar estes modelos. Nem mesmo os heurísticos, embora usualmente o façam.
- **TIPO 3 – Valores**
 - São mais amplamente partilhados por diferentes comunidades do que os outros dois tipos de componentes da matriz disciplinar.
 - Proporcionam aos cientistas da natureza um sentimento de que pertencem a uma comunidade global.
 - Sua importância mais particular aparece quando os membros de uma comunidade determinada precisam identificar uma crise, ou mais tarde, escolher entre maneiras incompatíveis de praticar sua disciplina.
 - Há valores que dizem respeito apenas às previsões da ciência:
 - *previsões devem ser acuradas;*
 - *previsões quantitativas são preferíveis às qualitativas;*
 - *a margem de erro deve ser respeitada.*
 - Mas há os valores que são usados para julgar teorias completas:
 - *teorias precisam permitir a formulação de quebra-cabeças e de soluções;*
 - *quanto mais simples forem, melhor;*
 - *teorias devem ser internamente coerentes;*
 - *devem ser plausíveis, ou seja, compatíveis com outras teorias disseminadas no momento.*
 - Kuhn admite que prestou pouca atenção, em seu texto, a valores como a coerência interna e externa na consideração das fontes das crises e dos fatores que determinam a escolha de uma teoria.
 - *“Os valores, num grau maior do que os outros elementos da matriz disciplinar, podem ser compartilhados por homens que divergem quanto à sua aplicação. [...] Julgamentos de simplicidade, coerência interna, plausibilidade [...] variam enormemente de indivíduo para indivíduo.” (230)*
 - *“Nas situações onde valores devem ser aplicados, valores diferentes, considerados isoladamente, ditariam com frequência escolhas diferentes.” (230)*
 - *“Para muitos leitores, essa característica do emprego dos valores partilhados apareceu como a maior fraqueza de minha posição. Sou ocasionalmente acusado de glorificar a subjetividade e mesmo a irracionalidade, porque insisto sobre o fato de que aquilo que*

os cientistas partilham não é suficiente para impor um acordo uniforme no caso de assuntos como a escolha de duas teorias concorrentes ou a distinção entre uma anomalia comum e uma provocadora de crise. Mas essa reação ignora duas características apresentadas pelos julgamentos de valor em todos os campos de estudo.” (230-231)

- **“Primeiro**, os valores compartilhados podem ser determinantes centrais do comportamento de grupo, mesmo quando seus membros não os empregam da mesma maneira.” (231)
 - “Nem todos pintaram da mesma maneira durante os períodos nos quais a representação era o valor primário, mas o padrão de desenvolvimento das artes plásticas mudou drasticamente quando esse valor foi abandonado.” (231)
- **“Segundo**, a variabilidade individual no emprego de valores compartilhados pode ter funções essenciais para a ciência.” (231)
 - Inclinações individuais mais arrojadas respondem às anomalias através de ataques ao paradigma, que quase sempre falham, mas que eventualmente podem levar a uma revolução.
 - Inclinações individuais mais conservadoras respondem às anomalias através de insistência na ciência normal, e muitas vezes as resolvem as crises.
 - A existência desta variabilidade entre estes dois tipos de inclinações individuais no grupo de cientistas é fundamental para a manutenção e progresso da ciência. Os mais arrojados impedem a estagnação da ciência e os mais conservadores possibilitam a sua própria existência.
- **TIPO 4 – Exemplares** → soluções concretas de problemas encontradas nos manuais
 - “Tais soluções indicam, através de exemplos, como devem realizar seu trabalho. Mais do que os outros tipos de componentes da matriz disciplinar, as diferenças entre conjuntos de exemplares exprimem a estrutura comunitária da ciência.” (232)
 - Os físicos, por exemplo, começam aprendendo os mesmos exemplares (plano inclinado, órbitas de Kepler, uso do calorímetro,...) e, conforme seu treinamento se desenvolve, seus exemplares também se diferenciam. “Embora os físicos de estados sólidos e os da teoria dos campos compartilhem a Equação de Schrödinger, somente suas aplicações mais elementares são comuns aos dois grupos”. (232)

3. Os Paradigmas Como Exemplos Compartilhados

- A ideia de paradigma como exemplo compartilhado representa, segundo Kuhn, o aspecto mais novo e menos compreendido do livro.
- Kuhn defende a centralidade dos “problemas encontrados por um estudante nos textos científicos ou nos seus trabalhos de laboratório”.
- São estes problemas que constituem os exemplos compartilhados e representam a parte mais fundamental dos paradigmas.
- O conteúdo cognitivo mais importante das ciências não está dado na teoria e nas regras, mas antes nos problemas exemplares que ensinam o alcance, a interpretação e as possibilidades das teorias.

- Kuhn então exemplifica com a generalização simbólica da segunda lei de Newton: $f=ma$. O significado mesmo da expressão, de seus termos e o modo como os cientistas relacionam esta expressão com a natureza depende dos “[exemplos compartilhados de aplicação desta generalização](#)”.
- Estes exemplos fundamentam o aprendizado tácito dos cientistas sobre como, quando confrontados com uma determinada situação experimental, devem ou podem selecionar forças, massas e acelerações relevantes.
- A própria generalização modifica-se conforme o caso específico em que se aplica. (queda livre – pêndulo simples – oscilações harmônicas).
- A habilidade de identificar as situações do mesmo tipo, onde cada versão das generalizações simbólicas são aplicadas representa, segundo Thomas Kuhn, o aspecto mais essencial da educação científica. E esta habilidade depende da prática, dos exercícios, do reconhecimento dos exemplos compartilhados.
- Ocorre, deste modo, a formação do contexto cognitivo dos cientistas que compartilham o paradigma. O estudante assim formado “[assimilou uma maneira de ver testada pelo tempo e aceita pelo grupo](#)” (235). Ele aprendeu “[por meio de problemas a ver situações como semelhantes, isto é, com objetos para a aplicação do mesmo esboço de lei ou lei científica.](#)” (236)
- O princípio da **Força Viva** galileano que pode ser expressado pela generalização simbólica: “***A descida real iguala a subida potencial***”, liga-se como explicação tanto dos movimentos dos pêndulos quanto dos movimentos nos planos inclinados.
- Quando o estudante toma contato com o princípio, ele ao mesmo tempo é treinado a reconhecer as situações naturais exemplares que o expressam e como esta expressão pode ser medida e percebida. É preciso, portanto, que saibamos reconhecer na natureza *descidas reais e subidas potenciais*. “[Esse gênero de aprendizado não se adquire exclusivamente através de meios verbais. Ocorre, ao contrário, quando alguém aprende as palavras, juntamente com exemplos concretos de como funcionam na prática; a natureza e as palavras são aprendidas simultaneamente.](#)” (236-237)
 - Trata-se do que Michel Polanyi chamou de “conhecimento tácito”, que não é codificado em regras nos manuais, mas que é aprendido na prática, por imitação e através dos casos exemplares compartilhados.

4. Conhecimento Tácito e Intuição

- Esta referência ao conhecimento tácito e a rejeição de regras explícitas levou a outro crítica recebida por Thomas Kuhn, a de **subjetivismo** e de **irracionalismo**. De “[assentar a ciência em intuições individuais não-analisáveis](#)”.
- Kuhn se defende afirmando que:
 - **Primeiro**: as intuições nas quais a ciência se assenta não são individuais. “[São antes possessões testadas e compartilhadas pelos membros de de um grupo bem sucedido.](#)” (237)
 - **Segundo**: estas intuições não são, em princípio, impossíveis de analisar.
- Conhecimento baseado em exemplares, não em regras, é, segundo Kuhn, conhecimento que necessita de situações modelos, exemplares, segundo as quais se julga e se propõem

novas aplicações.

- Este tipo de conhecimento, segundo Kuhn, é tão explicável por mecanismos neurocerebrais quanto o conhecimento baseado em regras.
- **A única coisa** que não se pode fazer é responder à pergunta: *Semelhante em relação a quê?*
 - Este tipo de análise pede uma regra, pede a tradução do critério de semelhança em uma definição que não pode e não precisa ser explicitada.
 - Eu não preciso de um critério de semelhança, uma regra/definição para a cor azul para ser capaz de distinguir objetos azuis.
 - Eu não preciso de uma definição do amor para ser capaz de amar.
- Kuhn, então, alonga-se em apresentar uma teoria da percepção coma se seguintes características:
 - O mundo exterior nos oferece **estímulos**. Observadores diferentes, expostos aos mesmos fenômenos estarão diante de **estímulos idênticos**.
 - Mas não vemos estímulos, o que vemos são **sensações**. E nada nos obriga a supor que dois observadores diante dos mesmos estímulos experimentarão as mesmas sensações.
 - O caminho que leva do estímulo à sensação é parcialmente determinado pela **educação**. “Indivíduos criados em sociedades diferentes comportam-se, em algumas ocasiões, como se vissem coisas diferentes”. (238)
 - Estímulos são, portanto, apenas postulações filosóficas. Pressupostos que Kuhn defende explicitamente para evitar o solipsismo.
 - Portanto, o que habita nosso mundo não são os estímulos, mas os objetos de nossas sensações, e estes podem variar de pessoa para pessoa, de grupo para grupo.
 - Dentro dos mesmos grupos, que compartilham a mesma cultura, língua e educação, há razões e critérios bastante firmes para supor que as sensações serão as mesmas.
 - Mas entre grupos diversos, não temos tais critérios para a imutabilidade das sensações.
- Kuhn então utiliza esta teoria para explicar o papel dos exemplares. Eles formam o catálogo de situações que os membros do grupo aprenderam a ver como semelhantes ou diferentes e modelam nossa formação de sensações.
- Essa modelagem de nossa formação de sensações não é feita por critérios, regras e padrões interpretativos dos estímulos. Se assim o fosse, haveria possibilidade de escolha. Haveria possibilidade de burlar alguma regra ou critério e ver diferentemente.
- Kuhn, no entanto, nega esta possibilidade. A formação de sensações não está aberta a interpretações. É um caso de sensação mesmo, sem escolha racional, sem interpretação. Faz parte de nossa faculdade de percepção, nossa sensibilidade, não de nossa racionalidade.
- Nossa cultura e nossa educação afetam não apenas nossa razão interpretativa, mas nossa própria sensibilidade. Eu não tenho escolha em ver a terceira dimensão em um desenho feito em perspectiva. A terceira dimensão se impõem em minha sensação. No entanto, a visão da terceira dimensão é um produto de minha cultura e educação. Indivíduos (índios)

que não têm a mesma educação visual, não vêm a terceira dimensão como eu vejo.

- Portanto, “dizer que os membros de diferentes grupos podem ter percepções diferentes quando confrontados com os mesmos estímulos não implica afirmar que podem ter quaisquer percepções”, ou que suas percepções estejam sujeitas a suas escolhas. “Um mecanismo perceptivo adequadamente programado possui um valor de sobrevivência”.
- “Aquilo que constitui o processo neurológico que transforma estímulos em sensações possui as seguintes características: foi transmitido pela educação; demonstrou ser, através de tentativas, mais efetivo que seus competidores históricos num meio ambiente de um grupo; e finalmente, está sujeito a modificações tanto através da educação posterior como pela descoberta de desajustamentos com a natureza. Essas são características do conhecimento e explicam por que uso o termo.” (242)
- “A interpretação começa onde a percepção termina. Os dois processos não são o mesmo e o que a percepção deixa para a interpretação completar depende drasticamente da natureza e da extensão da formação e da experiência prévias” (244)
 - Não é pois irracionalismo, nem subjetivismo, afirmar que cientistas em paradigmas diferentes vivem em mundos diferentes.

5. Exemplares, Incomensurabilidade e Revoluções

- Os esclarecimentos acima, iluminam também a questão sobre a incomensurabilidade entre paradigmas rivais, mostrando como as comunidades de cientistas “inevitavelmente veem de maneira distinta certas situações experimentais ou de observação que ambas têm acesso.” (244)
- Como os grupos rivais usam em geral o mesmo vocabulário, vinculam à natureza os termos de seu discurso de modo diferente, “o que torna sua comunicação inevitavelmente parcial. Consequentemente, a superioridade de uma teoria sobre outra não pode ser demonstrada através de uma discussão. Insisti, em vez disso, na necessidade de cada partido tentar convencer através da persuasão.” (244)
- Por causa disso, Kuhn recebeu críticas que diziam que sua abordagem implicava que “a teoria [científica] deve ser escolhida por razões que são, em última instância, pessoais e subjetivas; alguma espécie de apercepção mística é responsável pela decisão a que se chega.” (245)
- Kuhn no entanto, defende-se afirmando que sua intenção é a de apenas defender que “os debates sobre a escolha de teorias não podem ser expressos numa forma que se assemelhe totalmente a provas matemáticas ou lógicas”, pois as premissas e as regras de inferência não são aceitas pelos debatedores.
- No entanto, os argumentos de persuasão, que substituem os de demonstração, podem sim ser fundados em boas razões:
 - exatidão, simplicidade, fecundidade, entre outras.
- Kuhn, no entanto, insiste que “tais razões funcionam como valores e portanto podem ser aplicados de maneiras diversas, individual e coletivamente.” (245)
- Quando uma discordância se dá sobre algum valor, ou sobre a importância relativa de um valor, esta discordância se torna mais fundamental e, nenhum dos debatedores pode, apenas por esta razão, ser acusado de erro.

- “Não existem algoritmos neutros para a escolha de uma teoria. Nenhum procedimento sistemático de decisão, mesmo quando aplicado adequadamente, deve necessariamente conduzir cada membro de um grupo a uma mesma decisão. Nesse sentido, pode-se dizer que quem toma a decisão efetiva é antes a comunidade dos especialistas do que seus membros individuais.” (246)
- Não precisamos entender as trajetórias individuais das personalidades envolvidas num debate científico. Precisamos, no lugar disso, “entender a maneira pela qual um conjunto determinado de valores compartilhados entra em interação com as experiências particulares comuns a uma comunidade de especialistas, de tal modo que a maior parte do grupo acabe por considerar que um conjunto de argumentos é mais decisivo que outro” (246)
- Um agravante deste processo é o fato de os debatedores ocuparem pontos de vista incomensuráveis, devido a suas interpretações incompatíveis dos mesmos termos. Então, se não conseguem nem se comunicar direito, como vão persuadir um ao outro?
- “O que resta aos interlocutores que não se compreendem mutuamente é reconhecerem-se uns aos outros como membros de diferentes comunidades de linguagem e a partir daí ornarem-se tradutores.” (248)
- A tradução, quando levada adiante, pode converter-se em instrumento de persuasão e conversão. No entanto, vale ressaltar que este tipo de tradução é um tipo de procedimento ameaçador e estranho à ciência normal. Muitos cientistas se recusarão a praticá-la.
- Além disso, persuasão e conversão são coisas distintas. A conversão exige que se assuma a prática do outro ponto de vista e não meramente que se reconheça sua superioridade ao nosso por meio de tradução. Via tradução seremos sempre estrangeiros.
- Só é possível completar a conversão como uma mudança de perspectiva (Gestalt) que mudará nossa própria percepção sensível.

6. Revoluções e Relativismo

- Outra crítica bastante importante sofrida por Thomas Kuhn foi a de apresentar uma teoria da ciência relativista.
- O reconhecimento, por parte de Thomas Kuhn, de que os defensores de teorias diferentes são membros de culturas diferentes com linguagens diferentes, implica na admissão da possibilidade de ambos os grupos estarem certos, o que consiste em uma posição relativista.
- Kuhn, no entanto, afirma que para o caso específico da ciência, a situação acima pode não ser indício de uma abordagem relativista.
- Kuhn defende que existe um valor preponderante em relação a todos os outros que motiva as escolhas entre teorias/paradigmas divergentes:
 - “a habilidade demonstrada para formular e resolver quebra-cabeças apresentados pela natureza”. (252)
- Por se tratar de um valor, é verdade que dois indivíduos que o compartilhem podem, no entanto, divergir quanto aos julgamentos que extraem de seu emprego. “Mas o comportamento de uma comunidade que torna tal valor preeminente será muito diverso

daquela que não procede dessa forma.” (252)

- A adoção deste valor como preponderante tem, segundo Kuhn, a consequência de produzir uma medida de comparação entre as teorias capaz de ordená-las com relação a sua capacidade de propor e resolver quebra-cabeças:
 - “As teorias científicas mais recentes são melhores que as mais antigas, no que toca à resolução de quebra-cabeças nos contextos frequentemente diferentes aos quais são aplicadas. Essa não é uma posição relativista e revela em que sentido sou um crente convicto do progresso científico.” (252-253)
- Esta noção de progresso, no entanto, não envolve um elemento que costuma estar presente. O critério padrão de superioridade para as teorias não costuma ser visto como sua habilidade de resolver quebra-cabeças, ou de fazer previsões, como Kuhn propõe, mas sua proximidade com a verdade. Sua exatidão em relação ao que a natureza realmente é.
- Trata-se de uma questão de ontologia. Uma teoria é “melhor” que outra, é um progresso em relação a outra, quando as entidades que ela propõe ajustam-se melhor “ao que realmente está aí”.
- Mas Kuhn afirma: “a noção de um ajuste entre a ontologia de uma teoria e sua contrapartida 'real' na natureza parece-me ilusória por princípio. Além disso, como um historiador, estou impressionado com a falta de plausibilidade dessa concepção. Não tenho dúvidas, por exemplo, de que a Mecânica de Newton aperfeiçoou a de Aristóteles e que a Mecânica de Einstein aperfeiçoou a de Newton enquanto instrumento para a resolução de quebra-cabeças. Mas não percebo, nessa sucessão, uma direção coerente de desenvolvimento ontológico. Ao contrário: em alguns aspectos importantes, embora de maneira alguma em todos, a Teoria Geral da Relatividade de Einstein está mais próxima da teoria de Aristóteles do que qualquer uma das duas está da de Newton.” (253)

7. A Natureza da Ciência

- Uma das críticas que Kuhn recebeu foi a de confundir descrição com prescrição, violando dessa forma o teorema filosófico tradicionalmente respeitado: **O 'é' não implica o 'deve'**.
- Kuhn, no entanto, afirma que vários filósofos contemporâneos “descobriram contextos importantes nos quais o normativo e o descritivo estão inextricavelmente misturados.” (254)
- **ASPECTO PRESCRITIVO:** Kuhn admite que seu livro apresenta “uma teoria sobre a natureza da ciência e [...] tem consequências no que toca à maneira pela qual os cientistas devem comportar-se para que seu empreendimento seja bem sucedido”. (254)
- **ASPECTO DESCRITIVO:** Kuhn também admite que “uma das razões para que se tome a teoria a sério é a de que os cientistas, cujos métodos foram desenvolvidos e selecionados em vista de seu sucesso, realmente comportam-se como prescreve a teoria.” (254)
- **CIRCULARIDADE NÃO-VICIOSA:** “Minhas generalizações descritivas são provas da teoria precisamente porque foram derivadas dela. [...] Não penso que a circularidade deste argumento seja viciosa. As consequências do ponto de vista estudado não são esgotadas pelas observações sobre as quais repousava no início.” (254-255)
 - Kuhn sustenta que sua teoria representa um instrumento útil para entender tanto o comportamento dos cientistas quanto o desenvolvimento da ciência e que nenhuma tautologia viciosamente circular seria instrumento útil para nada.

- Um último aspecto que Kuhn aborda é a possibilidade de deslocar a análise que ele faz para as ciências em seu livro, para outros campos.
- Quanto a este aspecto, ele se mostra cauteloso.
 - Por um lado ele admite que o tipo de abordagem que ele propõe para a ciência, retratando seu desenvolvimento “como uma sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não-cumulativas”, foi tomada de empréstimo de outras áreas. “Historiadores da Literatura, da Música, das Artes, do Desenvolvimento Político e de muitas outras atividades humanas descrevem seus objetos de estudo dessa maneira desde muito tempo. A periodização em termos de rupturas revolucionárias em estilo, gosto e na estrutura institucional têm estado entre seus instrumentos habituais.” (255)
 - Kuhn afirma, então que se há algum aspecto de originalidade em seu trabalho foi o de justamente aplicar esta chave interpretativa também às ciências, “áreas que geralmente foram consideradas como dotadas de um desenvolvimento peculiar”. (255)
- Neste sentido, sua teoria é obviamente aplicável a estas outras áreas, mas apenas de uma forma já presente nas abordagens tradicionais. Não é óbvio que algo de novo seja obtido com este tipo de transposição.
- Por outro lado, uma das contribuições que Kuhn imputa ao seu trabalho foi a de mostrar que, apesar de evidenciar uma semelhança entre a ciência e outros domínios maior do que o que frequentemente se supunha, há especificidades notáveis na atividade científica que não estão presentes neste outros possíveis campos de aplicação para a abordagem de Kuhn:
 - Existe uma noção de progresso vinculado à ciência que não se pode atribuir a outros domínios.
 - Existe uma relativa carência de escolas competidoras nas ciências desenvolvidas.
 - O grau em que os membros de uma comunidade científica constituem-se em audiência única e únicos juízes de seu trabalho é sem precedentes.
 - A natureza peculiar da educação científica.
 - O caráter objetivo que a resolução de quebra-cabeças possui.
 - O sistema de valores que o grupo científico vincula-se e que muitas vezes explicita nos momentos de crise.
- Kuhn termina o posfácio evidenciando o papel preponderante do grupo/comunidade para a ciência e evidenciando a necessidade de ampliar os estudos nesta área.
- “O conhecimento científico, como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para entendê-lo, precisamos conhecer as características essenciais dos grupos que o criam e o utilizam”. (257)

Agora sim. The End