

Gilmar Evandro Szczepanik

A INICIAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE
CIENTÍFICA SEGUNDO A *ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES*
CIENTÍFICAS DE THOMAS KUHN

Florianópolis
2005

Gilmar Evandro Szczepanik

A INICIAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE
CIENTÍFICA SEGUNDO A *ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES*
CIENTÍFICAS DE THOMAS KUHN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Área de Concentração: Epistemologia

Orientador: Dr. Luiz Henrique de Araújo Dutra.

Florianópolis
2005

Gilmar Evandro Szczepanik

A INICIAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE
CIENTÍFICA SEGUNDO A *ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES*
CIENTÍFICAS DE THOMAS KUHN

Banca examinadora:

Prof. Doutor Luiz Henrique de Araújo Dutra – UFSC – Orientador

Prof. Doutor Alberto Cupani – UFSC – Examinador

Prof. Doutor Gustavo Caponi - UFSC – Examinador

Prof. Doutor Marco Frangiotti – UFSC – Examinador

Florianópolis
2005

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Departamento de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em particular, aos professores que me auxiliaram em minha formação intelectual filosófica durante meu mestrado. Gostaria de agradecer em particular o professor Luiz Henrique de Araújo Dutra, meu orientador, que durante a orientação demonstrou ser um grande amigo e um excelente profissional e não mediu esforços, em momento algum, para ajudar-me a superar minhas limitações. Um agradecimento também especial ao professor Alberto Cupani que foi uma pessoa compreensiva e que deu várias sugestões para esse trabalho. Aos demais professores do Departamento, Gustavo Caponi, Marco Frangiotti, Décio Krause e Sara Albieri minha gratidão.

Aos funcionários do Departamento de Filosofia, em particular, a secretária Ângela Gasparini.

Um agradecimento especial a meu pai (Artêmio), a minha mãe (Amabile), a meu irmão (Sandro) e a minha querida irmã (Eliane) que sempre me motivaram, deram confiança, esperança e coragem para seguir com meus estudos. O fato de conseguir concluir esse mestrado deve-se muito a essas inestimáveis pessoas.

Aos meus colegas que conviveram comigo, e com os quais muito aprendi, o meu reconhecimento.

Agradeço também a Deus.

“Uma imagem vale mais do que mil palavras; uma imagem é mil vezes menos específica que uma declaração breve e clara. Mas, do mesmo modo, uma palavra vale mil imagens; uma declaração pode proporcionar um foco para a atenção que é diferente em tipo de qualquer coisa que possa ser gerada do confronto com uma imagem”.

(N. R. Hanson)

RESUMO

Kuhn foi um dos primeiros pensadores, vinculados à Filosofia da Ciência, a ressaltar a importância que a iniciação científica desempenha na preparação dos aprendizes para uma prática científica coletiva. Porém, esse tema ficou, em grande parte, ofuscado em suas obras pelas grandes polêmicas enfrentadas por esse autor, principalmente aquelas vinculadas ao problema da incomensurabilidade das teorias, ao problema das revoluções científicas, às discussões sobre relativismo, subjetivismo e irracionalismo. A educação científica apresenta-se como um instrumento que busca claramente maximizar o consenso em uma comunidade científica e minimizar ao máximo as divergências de idéias e de concepções em tal comunidade. A educação científica passa a ser um treino rígido onde o jovem aprendiz é condicionado a solucionar os problemas de forma igual ou muito semelhante à de seus mestres. Nesse período de iniciação científica (dado junto a uma comunidade científica), os cientistas irão construir (desenvolver) um “comportamento profissional”.

ABSTRACT

Kuhn was one of the first thinkers—linked to the Philosophy of Science—to stress the importance that scientific initiation plays in the preparation of the apprentices for a collective scientific practice. However, this theme remained, by and large, hidden in his works by the controversies this author had to face, mainly those related to the incommensurability problem of theories, the problem of scientific revolutions, and the discussions about relativism, subjectivism, and irrationalism. Scientific education is perceived as an instrument that clearly aims at maximizing consensus within a scientific community and minimizing divergent ideas and concepts in that same community. Scientific education has become a rigorous apprenticeship where the young apprentice is conditioned to solve problems in the same, or very similar, way of his/her masters. In this period of scientific initiation (taken within their scientific community), young scientists will build up (develop) their ‘professional behavior’.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO I	14
CARACTERIZAÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO ELABORADAS POR KUHN.....	14
1.1- Caracterização do conceito de paradigma em Kuhn	17
1.2- A importância pragmática dos paradigmas	23
1.3- O que é uma comunidade científica?	25
1.4- Caracterização do período pré-paradigmático.....	32
1.5- O que é ciência normal e qual a sua função na filosofia kuhniana?.....	35
1.6 - O surgimento de anomalias e crises no processo de desenvolvimento científico kuhniano	44
1.7 - O que são revoluções científicas?	50
1.8 - Caracterização do período pós-revolucionário.....	56
CAPÍTULO II	59
A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO UMA FORMA DE APRENDER A VER O MUNDO	59
2.1 - A educação científica e a mudança de comportamento	62
2.2 - O aprendiz e a literatura científica	74
2.3 - A conversão para o novo paradigma	82
2.4 – Aprender habilidades	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

INTRODUÇÃO

Dada uma certa pergunta científica: “a fluoração em massa no abastecimento de água tem efeitos adversos sobre a saúde humana?”, quem poderia nos oferecer uma resposta satisfatória?

A maioria das pessoas, evidentemente, diria que quem melhor pode responder essa pergunta são os “homens da ciência” entre os quais, talvez, se destacassem os médicos, os bioquímicos, biólogos e químicos. Todos os profissionais envolvidos nessas classes teriam a possibilidade de dar uma resposta satisfatória, alguns mais, outros menos, ao problema da fluoração em massa na água e os possíveis efeitos nocivos à saúde humana. Mas por que esses profissionais seriam os únicos habilitados a apresentar uma resposta satisfatória a tal problema?

A resposta parece ser natural, pois os médicos, biólogos, químicos e bioquímicos possuem instrumentos e técnicas sofisticadas para analisar quais são os possíveis males que o flúor misturado à água podem causar a saúde humana. Esses profissionais podem fazer análise da água e detectar qual o percentual de flúor que pode ser adicionado à água sem causar danos aos humanos, consumidores dessa água. Todos eles já fizeram inúmeras experiências e conhecem muito bem quais são as propriedades da água e a função que a

água exerce no organismo humano, podendo prever com certa precisão os efeitos que uma substância, neste caso, o flúor, pode causar no organismo.

Seria completamente estranho – e até assustador - se a resposta a tal problema fosse apresentada por um matemático ou um astrofísico, pois esse tipo de problema não faz parte de sua área investigativa, ou melhor, o matemático e o astrofísico não aprenderam a solucionar esse tipo de questão. Eles são excelentes profissionais em solucionar problemas referentes a matrizes, algoritmos, raiz quadrada, velocidade do som e velocidade da luz, mas desconhecem o problema da fluoração da água.

Isso se dá porque a ciência contemporânea encontra-se dividida, ou melhor, distribuída em diferentes comunidades, e cada comunidade possui seus próprios objetos de investigação. Cada comunidade científica é responsável por apresentar respostas convincentes, satisfatórias, aos problemas que são por ela investigados. Um dos autores que tem a preocupação de estudar os temas referentes ao desenvolvimento científico através de uma estrutura comunitária é Thomas Kuhn.

A nossa investigação visa retornar ao pensamento de Kuhn para analisar a estrutura construída por ele que dá sustentação e plausibilidade a um desenvolvimento científico coletivo. Vamos analisar os conceitos de paradigma e de comunidade científica que se constituem em dois marcos teóricos essenciais a partir dos quais Kuhn consegue desenvolver e articular as etapas para o desenvolvimento científico. Essas etapas consolidam cinco períodos de desenvolvimento científico iniciando com um 1) período pré-paradigmático, passando para um 2) período de ciência normal. Em muitos casos as características do período de ciência normal começam a ser alteradas com o 3) surgimento de anomalias que podem conduzir a crises. Quando as anomalias geram as crises e as crises não são solucionadas é iminente o 4) período das revoluções científicas. Passado o período revolucionário, a atividade científica retorna a um período de desenvolvimento ordinário, tranquilo, chamado de 5) período pós-revolucionário.

O primeiro capítulo do presente trabalho é basicamente uma reconstrução das principais idéias de Kuhn. Tomamos como ponto de partida para fazermos essa análise o livro *The Structure of Scientific Revolutions*¹.

No segundo capítulo, discutimos vários aspectos vinculados à iniciação científica. Tal capítulo é subdividido em duas partes. A primeira parte visa elucidar aspectos ligados à iniciação científica dirigida especialmente àqueles aprendizes que não possuem ainda nenhuma experiência no campo investigativo. Para que essa aproximação seja realizada de modo eficiente, há um conjunto de instrumentos previamente constituídos que auxiliam no aprendizado do paradigma, compartilhado pela comunidade científica. Assim, com o aprendizado do paradigma, o jovem aprendiz começa a mudar seu comportamento, sendo que aprende a ver e compreender o mundo de forma muito semelhante a todos os outros membros da comunidade científica.

Na primeira parte do segundo capítulo, trabalhamos basicamente em cima das seguintes questões: como e o que deve ser feito para que uma pessoa comum (que se sente atraída pela ciência por diferentes motivos) pode se tornar um cientista, um profissional, um especialista em determinada área? Quais são as “transformações” que ele sofre?

Nesse capítulo, discutiremos a educação científica e mudança de comportamento que ocorre à medida que o jovem cientista decide ingressar em determinada comunidade científica. Enfatizaremos a mudança comportamental, pois o cientista precisa abandonar um conjunto de crenças (suposições, interesses) particulares e adotar uma proposta de trabalho coletiva. Todos os profissionais inseridos na comunidade científica investigarão os mesmos problemas. O cientista vai deixar de exercer sua autonomia para questões científicas, sendo forçado a trabalhar de acordo com a proposta comunitária.

Também analisaremos a literatura científica que será utilizada para preparar o aprendiz para a prática científica. Argumentaremos que os manuais são instrumentos indispensáveis, desenvolvidos pelos membros de uma comunidade científica, e têm como principal finalidade auxiliar no processo de iniciação científica. Os manuais passam a ser

¹ De agora em diante não faremos mais a citação completa da obra *The Structure of Scientific Revolutions*, mas por motivo de simplicidade e praticidade, estaremos nos referindo a ela simplesmente chamando de *Estrutura*.

livros especializados que foram escritos tendo o propósito de facilitar o entendimento e a aprendizagem de determinado assunto. Mas, como a iniciação científica se dá no período de ciência normal, segundo Kuhn, ela não é pode ficar restrita apenas a um aprendizado teórico contido em tais manuais.

Ressaltaremos, contudo, que o processo de iniciação científica não pode ser simplesmente reduzido a um aprendizado de regras. O jovem aprendiz é orientado por profissionais que conhecem as sutilezas e as armadilhas de sua área de pesquisa. À medida que o cientista está se empenhando em solucionar os problemas, o jovem aprendiz, que está a seu lado, também vai aprendendo vários procedimentos específicos dessa atividade. Enfatizaremos que é junto a profissionais qualificados que os aprendizes começarão aprender habilidades necessárias para a prática científica. A iniciação científica passa a ser entendida como um período de preparação, no qual o jovem aprendiz precisa demonstrar que está habilitado para um trabalho científico comunitário.

A iniciação científica passa a ser entendida como um período necessário no qual o jovem aprendiz terá a preparação para a atividade científica. Constitui-se num período de intensa assimilação dos valores, normas, regras, técnicas, generalizações simbólicas que são compartilhadas pela comunidade. Discutiremos também que é nesse período que os jovens

reaprender a ver o mundo conforme a proposta apresentada pelo novo paradigma. Isso não é um processo fácil, sendo que nem todos os cientistas aceitam modificar suas formas de resolver os problemas para aceitar a nova proposta. Nesse momento, faz-se necessário uma reeducação científica, pois o cientista pertencente a uma tradição de pesquisa necessita aprender a solucionar problemas de acordo com a nova proposta apresentada pelo paradigma. Essa reeducação, muitas vezes, diz Kuhn, assemelha-se a uma conversão religiosa, pois a transição de um paradigma para um novo não pode jamais ser revolvido de forma inequívoca, empregando somente a lógica.

A iniciação científica transforma-se num assunto interessante na filosofia de Kuhn porque os profissionais de determinada área são reconhecidos em contextos específicos, vinculados sempre a uma comunidade científica. Caso algum profissional de determinada área não esteja inserido, associado, a uma comunidade científica, ele e seus trabalhos não são reconhecidos. A iniciação científica tem por finalidade, na maioria das vezes, maximizar a área de consenso no interior de uma comunidade científica e, conseqüentemente, minimizar os conflitos internos de seus membros.

Desse modo, a iniciação científica é uma forma de consolidar um consenso grupal, dando a possibilidade dos membros da comunidade científica estabelecerem um diálogo. Na maioria dos casos, já se encontra estabelecido convencionalmente que uma comunidade científica é composta por aquelas pessoas que sejam capazes de falar a mesma linguagem e compreender as mesmas generalizações apresentadas pelo paradigma.

Ao longo desse trabalho somos levados a discutir a atividade científica de Kuhn, levando em consideração a prática investigativa das comunidades científicas, o ambiente no qual se desenvolve essa prática e o comportamento dos cientistas no contexto social de tal investigação.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO ELABORADAS POR KUHN

Desde a publicação de sua obra *The Structure of Scientific Revolutions* em 1962, Thomas Kuhn tornou-se objeto de intensos e frutíferos debates na esfera filosófica. Esse fato se deve, entre outras coisas, à grande engenhosidade que esse físico de formação teve ao descrever a concepção da natureza da ciência. Ainda na academia, Kuhn entrou em contato com estudiosos da História da ciência, principalmente através dos escritos de Alexandre Koyré e Émile Meyerson. Essa aproximação dos teóricos da História da ciência foi, podemos dizer, de fundamental importância para a formação de Kuhn, tanto que ele consagrou-se ao estudo e ensino da história da ciência.

Kuhn vê na história da ciência um campo de estudos muito fértil. Ele diz que “se a ciência é a reunião de fatos, teorias e métodos reunidos nos textos atuais, então os cientistas são homens que, com ou sem sucesso, empenharam-se em contribuir com um ou outro elemento para essa constelação específica” (1978, p. 20). Assim, o historiador passaria a ter duas funções bem específicas: “de um lado deveria determinar quando e por quem cada fato, teoria ou lei científica contemporânea fora descoberta ou inventada. De outro lado,

deveria descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico” (Idem).

Desta maneira, a história da ciência apresenta-se como uma disciplina que registrara tanto os aumentos sucessivos como também os vários obstáculos que inibiram o desenvolvimento científico. É, justamente, através desse retorno à história da ciência que Kuhn encontra fundamentação para estabelecer uma nova interpretação para o desenvolvimento científico:

Contudo, nos últimos anos, alguns historiadores estão encontrando mais e mais dificuldades para preencher as funções que lhes são prescritas pelo conceito de desenvolvimento científico-por-acumulação. Como cronistas de um processo de aumento, descobrem que a pesquisa adicional torna mais difícil (e não mais fácil) responder a perguntas como: quando foi descoberto o oxigênio? Quem foi o primeiro a conceber a conservação da energia? Cada vez mais, alguns deles suspeitam de que esses simplesmente não são os tipos de questões a serem levantadas. Talvez a ciência não se desenvolva pela acumulação e descobertas individuais” (Idem, p.21).

Essa nova interpretação apresentada por Kuhn pressupõe uma revolução historiográfica no estudo das ciências. Os historiadores da ciência começam, pouco a pouco, a colocar novos tipos de questões e a traçar linhas diferentes, frequentemente não-cumulativas, de desenvolvimento para as ciências. Assim, os historiadores “em vez de enfatizar quais foram as contribuições permanentes de uma ciência mais antiga para nossa perspectiva privilegiada, buscam apresentar a integridade histórica daquela ciência, a partir de sua própria época” (Idem, p. 22).

Para podermos compreender melhor o significado da revolução historiográfica apresentada por Kuhn, tomaremos como exemplo o estudo de Galileu. Ao invés dos historiadores perguntarem pela relação entre as concepções de Galileu e as concepções da ciência moderna (tarefa desenvolvida pelos historiadores, diríamos, tradicionais), os historiadores (que são seguidores da nova interpretação historiográfica) deveriam se ocupar

das relações que ocorreram entre Galileu e aquelas pessoas que partilharam sua concepção, no caso, seus professores, comentadores, críticos e até mesmo seus contemporâneos. O estudo histórico deixaria de ser apenas uma reconstituição de datas e descobertas, e passaria a ser uma análise conjuntural, destacando os vários momentos de crises, dificuldades e protestos que surgiram junto com a nova teoria.

Podemos dizer que a *Estrutura* foi uma obra bastante ousada e desafiadora, isso se levarmos em conta os objetivos contidos nessa obra e o contexto filosófico e científico no qual ela foi publicada. Uma das principais pretensões da *Estrutura* consistia basicamente em propor uma filosofia da ciência alternativa, em oposição aos cânones desenvolvidos e repassados pela filosofia da ciência tradicional.

A filosofia da ciência tradicional², com a qual Kuhn se depara, é aquela decorrente basicamente do Círculo de Viena e do racionalismo crítico de Popper, cuja principal preocupação era a reconstrução racional e a interpretação das teorias científicas. As teorias, para serem consideradas científicas, deveriam obedecer necessariamente a um grande rigor lógico. Através de uma base lógica, era possível fazer a demonstração da teoria, estabelecendo critérios de verdade, além de formular um cálculo axiomático e estabelecer as regras de correspondência, obtendo assim uma justificação da teoria.

A concepção de filosofia da ciência que emerge da *Estrutura* não está centrada única e exclusivamente em uma base lógica, mas ao analisar o desenvolvimento histórico da ciência, Kuhn detectou episódios revolucionários que não poderiam ser reduzidos simplesmente a um cálculo axiomático e às regras lógicas³.

Um dos objetivos de nossa investigação consiste, basicamente, no estudo detalhado da *Estrutura*, pois, além de ser o livro que tornou Kuhn famoso, é o livro que contém, a nosso ver, uma estrutura detalhada de um processo de desenvolvimento científico dinâmico, inovador e que merece nossa atenção. Através do estudo histórico da filosofia da ciência, Kuhn passou a detectar que o progresso científico não ocorria através de um viés

² Segundo Dutra (2000, p. 106), “[...] as teorias metodológicas tradicionais estão mais preocupadas em formular estratégias para a otimização de nossas práticas cognitivas – estratégias que, por exemplo, nos ajudam a evitar o erro e procurar a verdade –, ou então projetar métodos específicos para esta ou aquela disciplina científica, do que em analisar a investigação em geral, tal como se dá na prática das ciências ou no senso comum”.

³ Ver SUPPE, Frederick (1977).

cumulativo, mas por um caminho mais radical, conturbado, entendido pelo autor como um fato revolucionário.

Para podermos entender Kuhn e seus escritos, necessitamos entender como ele compreende a atividade científica. Já sabemos, de modo geral, que o desenvolvimento científico não se dá pela constante acumulação de conhecimentos, mas através de rupturas, também chamadas de revoluções. Porém, existem outros fatores básicos que necessitam ser estudados para entendermos a organização da atividade científica de tal autor. Entre eles queremos destacar: o conceito de paradigma e de comunidade científica desenvolvidos pelo autor, como também os cinco períodos criados por Kuhn que caracterizam o desenvolvimento científico, a saber, o período 1) pré-paradigmático, 2) período de ciência normal, 3) período de anomalias e de crises, 4) período revolucionário e, 5) um novo período de ciência normal⁴, também conhecido como período pós-revolucionário.

A seguir, procuramos reconstruir a caracterização desses conceitos que são essenciais para a compreensão da filosofia Thomas Kuhn.

1.1 - Caracterização do conceito de paradigma em Kuhn

Podemos dizer, e não seria nenhum exagero, que Kuhn não teve muita cautela com certos enunciados quando escreveu a *Estrutura*. Falamos isso porque há termos, e o conceito de paradigma é um deles, que permitem uma série de interpretações. Não queremos absolver Kuhn dessa informalidade no emprego de alguns termos, mas um elemento que deve ser considerado (e que talvez possa redimir uma parcela de sua culpa) é que ele não possuía uma formação filosófica⁵ e, talvez por isso, não possuía uma preocupação cuidadosa e rigorosa no emprego dos termos, como é comum entre os filósofos profissionais.

A primeira caracterização dada por Kuhn à expressão “paradigma” encontra-se na *Estrutura*, onde ele considera paradigmas “as realizações científicas universalmente

⁴ Cabe ressaltar que esses cinco períodos são repetitivos, pois, passada uma revolução científica, a comunidade científica entra novamente em um período de ciência normal, que, por sua vez, pode apresentar anomalias e, alguma dessas anomalias pode provocar uma crise que, por sua vez, pode gerar uma nova revolução científica. Desta forma, o ciclo se repete: pré-paradigmático→ciência normal→ anomalias e crises→ revoluções científicas→ nova ciência normal.

⁵ Kuhn era físico de formação.

reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (1978, p. 13).

Mas cabe ressaltar que a noção de paradigma em Kuhn é um dos pontos mais problemáticos, segundo a análise de muitos críticos, da filosofia kuhniana. Margaret Masterman (1979)⁶, por exemplo, ao investigar detalhadamente a *Estrutura*, declarou ter encontrado nela vinte e um significados diferentes aos quais Kuhn havia atribuído a expressão “paradigma”. Segundo Masterman, Kuhn teria utilizado a expressão “paradigma” como uma realização cientificamente reconhecida, como mito, como “filosofia” ou constelação de perguntas, como manual ou obra clássica, como toda uma tradição e, em certo sentido, como modelo, como realização científica, como analogia, como especulação metafísica bem sucedida, como dispositivo aceito na lei comum, como fonte de instrumentos, como ilustração normal, como expediente ou tipo de instrumentação, como um baralho de cartas anômalas, como fábrica de máquinas-ferramenta, como figura de *gestalt* que pode ser vista de duas maneiras, como conjunto de instituições políticas, como “modelo” aplicado à quase metafísica⁷, como princípio organizador capaz de governar a própria percepção, como ponto de vista epistemológico geral, como um novo modo de ver⁸, e, por fim, como algo que define ampla extensão de realidade. (MASTERMAN, 1979, p. 75-79).

Contudo, não nos deteremos no debate da polissemia do termo “paradigma” levantado por Masterman⁹ porque o próprio Kuhn, ao ser confrontado com essas críticas, reconheceu sua falta de precisão e de rigor com o termo¹⁰. Do reconhecimento das diversas

⁶“A natureza de um Paradigma”. In: *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*.

⁷ Masterman caracteriza este fato ao observar que em Kuhn, quando muda um problema, muda também o modelo que distingue a verdadeira solução científica de uma simples especulação metafísica, de um jogo de palavras ou de um jogo matemático.

interpretações que estavam sendo aplicadas ao conceito de paradigma, Kuhn decidiu voltar atrás e buscou definir a expressão “paradigma” de uma forma menos vaga.

Para reduzir essa vaguidade, ao reeditar a *Estrutura*¹¹, Kuhn adicionou um posfácio explicando sua concepção de paradigma e ainda retificando várias das interpretações que foram feitas desse termo. Segundo ele:

Percebe-se rapidamente que na maior parte do livro¹² o termo “paradigma” é usado em dois sentidos diferentes. De um lado, indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas, etc..., partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada. De outro, denota um tipo de elemento dessa constelação: as suas soluções concretas ou quebra-cabeças que empregadas como modelos ou exemplos, podem substituir regras explícitas como base para a solução dos restantes quebra-cabeças da ciência normal (Kuhn, 1978, p. 218).

Em um outro texto, “Reflexões sobre os meus críticos” (1979b), Kuhn passa a argumentar que ele preferiria empregar a expressão “matriz disciplinar” e não mais a expressão “paradigma”. Por que “matriz disciplinar?” Segundo Kuhn, “disciplinar’ por ser comum aos que praticam uma disciplina específica, e ‘matriz’ por consistir em elementos ordenados que requerem especificação individual” (KUHNS, 1979, p. 335). Assim, para que os cientistas pudessem ter sucesso em suas investigações, eles necessitavam ter generalizações simbólicas compartilhadas; modelos compartilhados, valores compartilhados e também princípios metafísicos compartilhados, que seriam uma espécie de acordo entre os cientistas. Todos esses critérios compartilhados ajudariam na formação de uma “mentalidade científica¹³” que teria como função determinar a direção da pesquisa, como também passaria a guiar a prática científica de uma determinada comunidade científica.

ignorou o que era para mim a sua função central, e usa ‘paradigma’ num sentido próximo do que chamo agora ‘matriz disciplinar’. Vejo poucas hipóteses de recuperar o ‘paradigma’ para o seu uso original, o único que é filologicamente apropriado” (Kuhn, 1974, p. 368).

¹¹ A partir da segunda edição a *Estrutura* já contém o posfácio.

¹² O livro que Kuhn está se referindo é a *Estrutura*.

¹³ Assunto que a ser discutido no próximo capítulo.

Em “Reconsiderações acerca dos paradigmas” (1974), Kuhn volta a discutir sobre a expressão “paradigma”. Desse modo,

Voltamos, finalmente, ao termo paradigma. Ele aparece na *Estrutura das Revoluções Científicas* porque eu, o historiador-autor do livro, ao examinar a presença a uma comunidade científica não consegui encontrar regras partilhadas em um número suficiente para explicar a conduta de investigação aproblemática do grupo. Os exemplos partilhados da prática bem sucedida podiam, concluí depois, fornecer o que faltava ao grupo no que dizia respeito às regras. Estes exemplos eram os seus paradigmas e, como tais, eram essenciais para a sua investigação contínua. Infelizmente, tendo aqui chegado, permiti que as aplicações do termo se expandissem, abarcando todos os empenhamentos partilhados pelo grupo, todos eles componentes do que agora desejo chamar de matriz disciplinar. Inevitavelmente, o resultado foi a confusão, o que obscureceu as razões originais para a introdução de um termo especial. Mas essas razões ainda se mantêm. Os exemplos partilhados podem desempenhar funções cognitivas comumente atribuídas a regras partilhadas. Quando tal acontece, o conhecimento desenvolve-se de maneira diferente do que sucede governado pelas regras. (KUHN, 1974, p. 381).

O termo “paradigma”, assim como a expressão “comunidade científica” que veremos a seguir, é essencial para a compreensão da filosofia de Kuhn. Para Kuhn “um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma” (Kuhn, 1978, p. 219).

Assim, o paradigma encontra-se presente em todos os períodos da atividade científica pensada por Kuhn. Primeiro, faz-se necessária a escolha de um paradigma por uma comunidade científica. Após estar de posse de um paradigma, a comunidade científica pode começar a fazer suas pesquisas e investigações, mas sempre guiadas pelas “luzes” do paradigma, anteriormente, aceito. Claro que, muitas vezes, no decorrer da prática científica,

o paradigma pode apresentar falhas e/ou deparar-se com certas anomalias que, por sua vez, podem desencadear crises. No momento em que o paradigma encontra-se em crise, Kuhn diz que podemos estar próximos de um período revolucionário, ou seja, estarmos próximos do momento onde ocorre a passagem de um paradigma para outro. Após a revolução, surge um novo paradigma que volta a orientar novamente toda a prática científica de uma determinada comunidade.

No período pré-paradigmático, por exemplo, existe um número de teorias que são candidatas a paradigma. Essas teorias encontram-se em conflito, sendo que apenas uma será aceita como um paradigma. Após esse período de uma acirrada concorrência para ver que teoria ganharia o *status*¹⁴ de paradigma, surge o período da ciência normal. A história da pesquisa elétrica na primeira metade do século XVIII nos oferece um bom exemplo. Durante aquele período, relata Kuhn (1978, p. 33),

(...) houve quase tantas concepções sobre a natureza da eletricidade como experimentadores importantes nesse campo, homens como Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollet, Watson, Franklin e outros. Todos os seus numerosos conceitos de eletricidade tinham algo em comum – eram parcialmente derivados de uma ou outra versão da filosofia mecânico-corpúscular que orientava a pesquisa científica da época. Além disso, eram todos componentes de teorias científicas reais, teorias que tinham sido parcialmente extraídas de experiências e observações, e que determinaram em parte a escolha e a interpretação de problemas adicionais enfrentados pela pesquisa. Entretanto, embora todas as experiências fossem elétricas e a maioria dos experimentadores lessem os trabalhos uns dos outros, suas teorias não tinham mais do que uma semelhança de família.

Assim, prossegue Kuhn (1978, p. 34), passaram a existir grupos de cientistas que defendiam teorias diferentes.

O primeiro considerava a atração e a geração por fricção como fenômenos elétricos fundamentais. Esse grupo tendia a tratar a repulsão como um efeito

¹⁴ Deve-se notar que “os paradigmas adquirem seu *status* porque são mais bem sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que o grupo de cientistas reconhece como graves” (Kuhn, 1978, p. 44).

secundário devido a alguma espécie de rebote mecânico. Outros eletricitistas consideravam a atração e a repulsão como manifestações igualmente elementares da eletricidade e modificaram suas teorias e pesquisas de acordo com tal concepção. Um terceiro grupo tendia a falar da eletricidade mais como um “fluido” que podia circular através de condutores do que como um “eflúvio” que emanasse de não-condutores. Porém, esse grupo tinha dificuldade para reconciliar sua teoria com numerosos efeitos de atração e repulsão.

Contudo, somente através dos trabalhos de Franklin e de seus sucessores imediatos surgiu uma teoria capaz de dar conta, com quase igual facilidade, de aproximadamente todos esses efeitos. Em vista disso, essa teoria podia, e de fato realmente proporcionou, um paradigma comum para a pesquisa de uma geração subsequente de eletricitistas.

Embora a teoria de Franklin fornecesse um paradigma para toda a pesquisa elétrica, ainda assim, esse paradigma seria incapaz de explicar muitos fenômenos de repulsão elétrica. Desse modo, para Kuhn, “para ser aceita como paradigma, uma teoria deve parecer melhor que suas competidoras, mas não precisa (e de fato isso nunca acontece) explicar todos os fenômenos com os quais pode ser confrontada” (1978, p. 38).

Para Kuhn (1978) um paradigma pode ser muito limitado, tanto no âmbito como na precisão, quando surge pela primeira vez. Os paradigmas, na maioria das vezes, são aceitos porque demonstram ser mais bem sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que um grupo de especialistas considera como graves. Mas, no princípio, o paradigma constitui uma promessa de sucesso que pode ser descoberta em exemplos selecionados e ainda, por vezes, incompletos. Para Dutra (2003, p. 101).

Se um paradigma apresentasse uma solução interessante para um problema, mas de forma completa, sem deixar nada para pesquisas futuras, ele não seria encarado como um guia para pesquisas futuras. Assim, um paradigma é aceito não apenas como uma realização notável, mas deve ser também considerado um modelo fecundo, permitindo futuras investigações correlatas.

Dessa maneira, o paradigma passa a orientar também as atividades futuras de uma comunidade científica. Embora o paradigma esteja apresentando uma solução convincente para o problema, pode ser que, em investigações subseqüentes, ele possa apresentar algumas falhas e não consiga solucionar todos os problemas que aparecerão. Por alguns desses motivos, Kuhn considera os paradigmas como promessas.

1.2 - A importância pragmática dos paradigmas

Voltando ao exemplo da teoria de Franklin, apresentado anteriormente, que acabou proporcionando um paradigma para a pesquisa elétrica, observamos que ela realizou algumas tarefas de modo mais eficiente do que a teoria do fluido elétrico¹⁵, em parte porque a confiança de estar no caminho certo encorajou os cientistas a empreender trabalhos de um tipo mais preciso, esotérico e extenuante. Livre da preocupação com todo e qualquer fenômeno elétrico, o grupo unificado dos eletricitistas pôde ocupar-se bem mais detalhadamente de fenômenos selecionados, projetando equipamentos especiais para a tarefa e empregando-os mais sistemática e obstinadamente do que jamais fora feito antes (Kuhn, 1978).

Desse modo, quando um cientista (ou grupo de cientistas) pode considerar um

desde os fundamentos. A escolha das observações e das experiências que sustentavam tal reconstrução era relativamente livre. Não havia qualquer conjunto-padrão de métodos ou de fenômenos que todos os estudiosos da Ótica se sentissem forçados a empregar e explicar (Kuhn, 1978, p. 33).

Dessa maneira, percebe-se que à medida que uma comunidade científica está de posse de um determinado paradigma, ela tem em mãos um importante instrumento, ou melhor, uma importante base teórica que lhe dá um *background* para a atividade científica. É mediante esse pano de fundo que os cientistas começarão a desenvolver suas atividades. Não será necessário constituir uma teoria desde seus fundamentos. O paradigma proporcionará uma base teórica compartilhada e confiável, sendo que os cientistas não precisarão “gastar o seu tempo” na fundamentação desta proposta que lhes é apresentada. Assim, os cientistas podem usufruir do conhecimento adquirido por outras gerações, e prosseguir com suas investigações em direção a rumos ou áreas ainda não exploradas e desconhecidas.

Nesse sentido, se o paradigma tem o poder de estipular o que deve ser considerado como problema ou como solução modelar, ele acaba fornecendo a “moldura e a tela na qual são pintados os conteúdos da pesquisa científica”. Os paradigmas passam a delimitar, dessa maneira, a visão do cientista, fazendo com que ele faça uma investigação profunda e detalhada que dificilmente poderia ser feita sem o auxílio do paradigma. Assim, os cientistas trabalham a partir de um modelo conjunto que é compartilhado por todos os profissionais daquela área.

Os paradigmas assumem outra importante função, pois à medida que uma comunidade científica adquire um paradigma, adquire também um determinado critério de escolha de problemas, sendo que, enquanto o paradigma for aceito, poderemos considerar quais problemas poderão ser solucionados (Kuhn, 1978, p. 60). Os paradigmas passam a adquirir a importante função de organizar a atividade científica de uma determinada comunidade.

De um modo geral, parece-nos que a noção de paradigma que Kuhn desenvolve tem a importante função de “modelar¹⁶” um comportamento específico – para uma prática também específica – em uma comunidade científica. Ou seja, a atividade científica deixa de ser uma atividade individual, na qual o cientista é o único pesquisador e autor das descobertas, e passa a ser uma atividade coletiva¹⁷. Assim, para que uma atividade coletiva pudesse se desenvolver de uma maneira organizada e os cientistas pudessem estabelecer relações (se entenderem e se ajudarem), faz-se necessário que exista algo em comum entre eles e algo que oriente suas pesquisas: esse algo seria um paradigma.

A concepção de paradigma desenvolvida por Kuhn não pode ser resumida apenas a uma argumentação lógica, ou seja, o paradigma não é uma unidade puramente lógica ou empírica, sendo que Kuhn enfatiza que não há argumentos lógicos ou empíricos capazes de demonstrar a superioridade de um paradigma sobre o outro.

Assim, o paradigma passa a dar certa identidade a uma comunidade científica, pois os cientistas passarão a se reconhecer como profissionais de uma mesma especialidade que estão solucionando um determinado problema de um modo específico, único.

Já sabemos praticamente que os paradigmas possuem a importante função de dar uma forma à vida científica. Desse modo, o paradigma passa a informar aos cientistas que entidades a natureza contém ou não contém e como essas entidades se comportam, fornecendo, assim, uma espécie de mapa (um tipo de roteiro) para a atividade científica.

Para buscarmos entender melhor a relação entre paradigmas e cientistas, precisamos compreender melhor o que Kuhn entendia por comunidade científica.

1.3- O que é uma comunidade científica?

Essa é uma questão interessante e de fundamental importância para entendermos o desenvolvimento científico idealizado por Kuhn. Mas, para podermos falar de uma

¹⁶ Para Dutra (2001, p. 145), “Esta não é uma idéia estranha à forma de modelagem de comportamento que, tradicionalmente, a educação visa – mesmo a educação universitária e aquela que forma cientistas e filósofos. A educação do cientista, por exemplo, tal como se dá nas ciências naturais, segundo Thomas Kuhn, é algo a se considerar a este respeito”.

¹⁷ Esse assunto é discutido com maior profundidade no próximo capítulo.

concepção de comunidade científica em Kuhn, necessitamos fazer menção à concepção da atividade científica concebida por Fleck. Kuhn (1978, p. 11) menciona a contribuição que Fleck exerceu sobre sua concepção¹⁸ de comunidade científica. Kuhn se refere ao trabalho de Fleck como tendo antecipado já algumas de suas principais idéias.

Na verdade, existe uma grande semelhança entre os trabalhos de Kuhn e os trabalhos de Fleck. Para Fleck:

O trabalho em equipe pode apresentar duas formas: pode ser simplesmente aditivo, como, por exemplo, o levantar em comum um peso, ou pode ser um trabalho coletivo propriamente dito que consiste em criar, mediante o esforço conjunto, uma estrutura especial que não é igual à soma dos trabalhos individuais e é comparável a uma partida de futebol, a uma conversação ou o atuar de uma orquestra. As duas formas se encontram no pensar e especialmente no conhecer. Como poderia considerar-se a atuação de uma orquestra, passando por alto o significado e as regras de cooperação, como a mera soma do trabalho dos instrumentos individuais? São precisamente tais regras as que contêm o estilo de pensamento para o pensar (FLECK, 1986, p. 145).

Cf. Kuhn (2002, pp 241-2):

Mas tem sido cada vez mais reconhecido que um grupo não é apenas a soma de suas partes e que a identidade de um indivíduo, em parte, consiste nos (e não simplesmente: é determinada pelos) grupos dos quais ele ou ela faz parte. Precisamos urgentemente aprender maneiras de entender e descrever os grupos que não se baseiem em conceitos e termos que aplicamos sem problema aos indivíduos.

¹⁸ Nas palavras de Kuhn comentando a obra de Fleck: “O trabalho de Fleck, juntamente com uma observação de outro Junior Fellow, Francis X. Sutton, fez-me compreender que essas idéias podiam necessitar de uma colocação no âmbito da Sociologia da Comunidade Científica” (1978, p. 11).

Kuhn, a nosso ver, ao desenvolver o conceito de “comunidade científica” tinha como propósito pensar a ciência como uma atividade coletiva e, para que essa atividade coletiva pudesse realmente ser constituída, fazia-se necessário ter um espaço único, próprio, adequado para que ela pudesse ser desenvolvida com uma certa legitimidade. Para ele:

As discussões tradicionais sobre o método científico procuraram um conjunto de regras que permitiriam a qualquer indivíduo que as seguisse produzir conhecimento correto. Em vez disso, tentei insistir que, embora a ciência seja praticada por indivíduos, o conhecimento científico é intrinsecamente um produto de *grupo*¹⁹ e que nem a sua peculiar eficácia nem a maneira como se desenvolve se compreenderão sem referência à natureza especial dos grupos que a produzem. Neste sentido, o meu trabalho foi profundamente sociológico, mas não de modo a permitir que o tema seja separado da epistemologia (KUHN, 1977, p. 24).

Uma comunidade científica passa a ser entendida como uma instituição, ou seja, é algo diferente do que uma simples união, junção de cientistas. Para definir o que seja uma comunidade científica, não basta enumerar os indivíduos que dela fazem parte. Para Kuhn:

Uma comunidade científica consiste nos praticantes de uma mesma especialidade científica. Unidos por elementos comuns da respectiva educação e aprendizagem, vêem-se a si mesmos e são vistos pelos outros como os responsáveis pela persecução de um conjunto de objetivos partilhados, incluindo a formação dos sucessores. Tais comunidades são caracterizadas pela relativa abundância de comunicação no interior do grupo e pela relativa unanimidade do juízo grupal em matérias profissionais. Numa dimensão notória, os membros de uma dada comunidade terão absorvido a mesma literatura e estruturado conclusões a partir dela. Dado que a atenção de comunidades diferentes se concentra em matérias diferentes, a comunicação profissional entre grupos é provavelmente árdua,

¹⁹ Grifo do próprio Kuhn.

muitas vezes, origina incompreensão e pode, se prosseguida, criar um desacordo significativo (KUHN, 1974, p. 356).

Ziman (1979, p. 78), acrescenta que “está estabelecido convencionalmente que a comunidade científica é composta daquelas pessoas que sejam capazes de falar a sua linguagem”. Assim, para fazer parte de uma comunidade científica, faz-se necessário já estar familiarizado com termos, conceitos e teorias que são empregados naquela área de estudos. Praticamente, não deve existir problema de comunicação no interior de uma comunidade científica, isto é, faz-se necessário um comprometimento de manter o consenso e a harmonia nas investigações que são realizadas no interior da comunidade.

Um fator importante, e que deve ser observado, é que não podemos dissociar, separar, a noção de paradigma da noção de comunidade científica. Um paradigma existe e tem por função orientar a prática de certa comunidade científica e, uma comunidade científica somente existe se houver um paradigma para guiar e orientar suas atividades.

Assim, “a aprendizagem parece ser, basicamente, um processo unificador cujo objetivo é uma atitude livre de conflitos”²⁰, constituindo-se em uma condição essencial para a prática científica coletiva, grupal, desenvolvida por Kuhn. Tudo leva a crer que os indivíduos pertencentes a uma mesma comunidade científica se comportarão da mesma forma quando confrontados com certos problemas, havendo, assim, um consenso (acordo) na escolha dos instrumentos e estratégias para a resolução desse problema.

Contudo, embora os cientistas estejam inseridos num mesmo paradigma e façam parte da mesma comunidade de pesquisa, eles podem fazer escolhas diferenciadas. Segundo Kuhn (1973, p. 388), “quando os cientistas têm de escolher entre teorias rivais, dois homens comprometidos completamente com a mesma lista de critérios de escolha de uma teoria podem, contudo, chegar a conclusões diferentes”. Essas divergências entre os cientistas podem estar fundamentadas no modo como cada um deles interpreta determinado critério. Eles podem ter convicções diferentes sobre o domínio dos campos em que determinado critério deva ser aplicado. Um cientista pode procurar defender e argumentar a favor de

²⁰ Lacky, (1969, p. 83).

determinada teoria, por ela ser mais simples, enquanto outro pode enfatizar a fecundidade da teoria como também o seu grau de alcance.

No posfácio à *Estrutura*, Kuhn enfatiza a importância que a comunidade científica exerce sobre a prática científica, pois à medida que os cientistas fazem parte de uma comunidade científica, estão “autorizados” a desenvolver suas atividades profissionais, pois estão num espaço adequado onde todos os integrantes do grupo se tratam (se vêem) como iguais, pois receberam praticamente a mesma iniciação. Assim, a comunicação entre os cientistas torna-se mais fácil, ou seja, todos os cientistas passam a investigar o mesmo problema e, como receberam a mesma iniciação científica, tendem a evitar divergências em suas idéias, conseguindo, geralmente, atingir os mesmos resultados. Em outras palavras, os cientistas da comunidade científica “falam a mesma língua”.

Um aspecto muito interessante e, podemos dizer, pouco estudado que aparece na comunidade científica é a forma através da qual o jovem cientista pode entrar (fazer parte) de uma comunidade. É exatamente esse importante papel da iniciação científica que vamos discutir no segundo capítulo.

Por ora, achamos oportuno explorar mais a concepção de comunidade científica defendida por Kuhn, pois o nosso autor vai falar de uma estrutura comunitária da ciência (1978, p. 220). Ao se expressar dessa maneira, acreditamos que Kuhn entendia a comunidade científica como uma superestrutura, ou seja, uma constituição que daria legitimidade à prática científica e que passaria a ser um dos aspectos centrais (junto com o conceito de paradigma) para o desenvolvimento científico. Dessa maneira,

Para compreender como funciona uma comunidade científica enquanto produtora e avaliadora de conhecimento sólido, devemos em última instância, julgo eu, compreender pelo menos a operação destes três componentes da matriz disciplinar²¹. Qualquer alteração num deles pode resultar em mudanças no

²¹ Os três componentes da matriz disciplinar que Kuhn fala são “as generalizações simbólicas que são, geralmente, aquelas expressões desenvolvidas sem problemas pelo grupo e que facilmente podem se reverter em uma forma lógica; os modelos que fornecem ao grupo as analogias preferidas ou, quando profundamente

comportamento científico, afetando tanto a localização da investigação de um grupo como os respectivos padrões de verificação (KUHN, 1974, p. 359).

Ao falar de comunidades científicas, Kuhn não estabeleceu um número “mínimo” ou “ideal” de participantes²². Ao comentar sobre isso, Kuhn relatou somente que poderíamos produzir comunidades de talvez cem membros e, ocasionalmente, de um número significativamente menor. O número de filiações²³ a uma determinada comunidade científica é bastante relativo, pois depende do objeto de estudo que está sendo investigado, depende da importância que é dada a uma determinada pesquisa, como também da proposta de análise e de resolução apresentada pelo paradigma e os possíveis métodos e instrumentos que poderão ser utilizados para solucionar um determinado problema.

No posfácio da *Estrutura*, Kuhn comenta que podem existir diferentes níveis de comunidades científicas, ou seja, podem existir comunidades mais globais que são compostas, por exemplo, de todos aqueles cientistas ligados às ciências da natureza. Dessa comunidade científica maior, poderiam ser derivadas outras comunidades científicas de acordo com certas especialidades. Diríamos assim, que existiriam grupos científicos que são considerados comunidades científicas como, por exemplo: o grupo dos físicos, dos químicos, dos astrônomos, dos zoólogos e outros similares. Mas a caracterização de comunidades científicas poderia ir para além disso, especificando, por exemplo, alguns subgrupos das diferentes áreas apontadas acima. Assim, teríamos uma comunidade científica dos químicos orgânicos, uma comunidade de físicos de estados sólidos e uma comunidade dos físicos atômicos.

Acreditamos que podemos fazer a associação da concepção de comunidades científicas de Kuhn com a questão das constantes especializações que ocorrem nas ciências. Falamos isso porque, à medida que uma comunidade científica é constituída ela necessita ter um objeto de estudo próprio, algo que possa ser investigado pelos membros que

²² Para Kuhn (1979 b, p. 312), “As comunidades típicas, pelo menos na cena científica contemporânea, podem consistir numa centena de membros e, às vezes, num número nitidamente inferior. Indivíduos, particularmente os mais capazes, podem pertencer a vários grupos, simultânea ou sucessivamente, e mudarão ou, pelo menos, ajustarão sua maneira de pensar ao passar de um para outro”.

²³ Expressão utilizada pelo próprio Kuhn (1978, p. 220).

participam daquela comunidade. Ser especialista é exatamente se dedicar a estudar, entender, compreender e conhecer como que se comporta um determinado objeto. Uma determinada comunidade científica (junto com a concepção de paradigma), a nosso ver, faz exatamente a mesma coisa, pois ela força o cientista a se dedicar única e exclusivamente à reflexão, análise e interpretação de um fenômeno. Os cientistas passam a ser especialistas sobre aquele assunto que está sendo investigado, sendo que dificilmente outras pessoas poderão adquirir um conhecimento do nível dos cientistas que fazem parte daquela comunidade científica.

De um modo geral, uma comunidade científica, para Kuhn, caracteriza-se pela prática de uma especialidade científica, por uma formação teórica comum, pela circulação abundante de informação no interior do grupo e pela unanimidade de juízo em assuntos profissionais.

A essa altura já nos parece claro que a fórmula do desenvolvimento científico adotado por Kuhn está enraizada em dois conceitos fundamentais, a saber, paradigma e comunidade científica, como foi visto a pouco. Contudo, nosso objetivo, agora, consiste em analisar os outros “pilares” que Kuhn desenvolveu para poder falar de uma estrutura das revoluções científicas. A nosso ver, esses “pilares” seriam os seguintes²⁴: período pré-paradigmático, período de ciência normal, período de anomalias e crises, período revolucionário e, novamente, um novo período de ciência normal. À medida que Kuhn institui esses cinco períodos de desenvolvimento científico, ele começa a dar uma fundamentação ao desenvolvimento científico marcado por mudanças, rupturas e revoluções. Acreditamos que, se Kuhn não estabelecesse essa estrutura, seria muito difícil para ele dar uma explicação sustentável e eficaz do progresso revolucionário das ciências. Através desses períodos, Kuhn estabelece um discurso inovador dentro da ciência, que privilegia alguns aspectos históricos e sociológicos na análise da prática científica, desvalorizando os aspectos lógico-metodológicos que ainda encontramos no discurso epistemológico popperiano.

²⁴ Alguns comentadores e críticos de Kuhn fazem análises interessantes a respeito de alguns dos períodos criados por Kuhn como no caso de Popper (1979), Masterman (1979) e Toulmin (1979).

Passamos, agora, a análise de algumas das principais características atribuídas por Kuhn ao período pré-paradigmático.

1.4- Caracterização do período pré-paradigmático

Kuhn (1978, p. 23), ao se dedicar ao estudo da História das Ciências, observou que:

[...] os primeiros estágios do desenvolvimento na maioria das ciências têm-se caracterizado pela contínua competição entre diversas concepções de natureza distintas; cada uma delas parcialmente derivada e todas apenas aproximadamente compatíveis com os ditames da observação e do método científico.

Esses primeiros estágios do desenvolvimento das ciências são chamados por Kuhn de períodos pré-paradigmáticos. São chamados de pré-paradigmáticos justamente porque a comunidade científica ainda não possui um paradigma que oriente as atividades científicas daquela área. As teorias que são candidatas a paradigma encontram-se em conflito e não conseguem estabelecer uma proposta de trabalho sistemática. Para podermos entender melhor esse período vamos analisar o exemplo da natureza da luz.

Segundo Kuhn (1978, p. 32),

Nenhum período entre a antiguidade remota e o fim do século XVII exibiu uma única concepção da natureza da luz que fosse geralmente aceita. Em vez disso havia um bom número de escolas e sub-escolas em competição, a maioria das quais esposava uma ou outra variante das teorias de Epicuro, Aristóteles ou Platão. Um grupo considerava a luz como sendo composta de partículas que emanavam dos corpos materiais; para outro, era a modificação do meio que intervinha entre o corpo e o olho; um outro ainda explicava a luz em termos de uma interação do meio com uma emanção do olho; e havia outras combinações e modificações além dessas. Cada uma das escolas retirava forças de sua relação

com alguma metafísica determinada. Cada uma delas enfatizava como observações paradigmáticas, o conjunto particular de fenômenos ópticos que sua própria teoria podia explicar melhor.

Foi, então, somente com a sistematização das idéias de Newton que a óptica física teve seu primeiro paradigma.

Kuhn (1978, p. 33) sublinha a importância dos cientistas de uma comunidade científica estarem de posse de um paradigma, pois ele relata que nos estudos de uma amostra da Ótica Física anterior a Newton, embora sendo feita por pessoas que se consideravam cientistas, os resultados líquidos obtidos de suas atividades foram algo muito diferente daquilo que poderia ser chamado de científico. Kuhn explica esse fato alegando que, por não serem obrigados a assumir um corpo de crenças comuns, cada cientista, cada pesquisador da Ótica Física sentia-se forçado a construir seu campo de estudos desde os fundamentos. Assim, a escolha das observações e das experiências que sustentavam tal reconstrução era relativamente livre e, poderíamos dizer, arbitrária.

Podemos dizer que, enquanto uma ciência encontra-se no período pré-paradigmático, os cientistas ainda são incapazes de se reconhecer como profissionais de uma mesma área. Mas, este período pode ser descrito como um primeiro estágio no processo de desenvolvimento e de amadurecimento de uma determinada ciência. Segundo Kuhn (1978, p. 39),

Quando, pela primeira vez no desenvolvimento de uma ciência da natureza, um indivíduo ou grupo produz uma síntese capaz de atrair a maioria dos praticantes de ciência da geração seguinte, as escolas mais antigas começam a desaparecer gradualmente. Seu desaparecimento é em parte causado pela conversão de seus adeptos ao novo paradigma. Mas sempre existem alguns que se apegam a uma ou outra das concepções mais antigas; são simplesmente excluídos da profissão e seus trabalhos ignorados.

No período pré-paradigmático existem diversas escolas que podem procurar solucionar o mesmo problema, mas nenhuma delas possui hegemonia sobre suas concorrentes. O período pré-paradigmático é, geralmente, marcado por debates freqüentes e profundos a respeito de métodos, problemas e possíveis padrões de soluções para um determinado problema. Para Kuhn (1978), o período pré-paradigmático seria um período prévio de qualquer disciplina, pertencendo à pré-história da disciplina. Nele, há buscas mais ou menos desordenadas para delimitar os problemas e resolvê-los. Na ausência de um paradigma, praticamente todos os fatos que são pertinentes ao desenvolvimento de determinada ciência têm a probabilidade de parecerem igualmente relevantes, enfatiza Kuhn.

Com o passar do tempo, uma dessas escolas envolvidas na competição começa a triunfar, sendo que há uma constante aproximação dos pesquisadores à proposta de trabalho que é apresentada por esta escola. Eles acabam aceitando a delimitação do campo de estudo, como também a proposta que está sendo apresentada para solucionar os problemas. Contudo, na medida em que começa a haver um triunfo de uma escola, as outras escolas competidoras acabam sendo deixadas de lado e tendem a desaparecer.

Talvez, o período pré-paradigmático, elaborado por Kuhn, possa ter muito mais importância do que, até ao presente momento, tenhamos atribuído a ele. Falamos isso porque concordamos com Kuhn (1978, p.35) que “na ausência de um paradigma ou de algum candidato a paradigma, todos os fatos que possivelmente são pertinentes ao desenvolvimento de uma determinada ciência parecem igualmente relevantes”.

As divergências entre os cientistas praticamente desaparecerão à medida que uma comunidade científica adquire um paradigma. Com a adesão a um paradigma, os cientistas começam a desenvolver uma “atitude científica”, sendo que essa atitude científica,

[...] não significa, em essência, que se trata de um conjunto de angélicas qualidades individuais dos cientistas, as quais garantiriam a validade de todas as suas idéias – como se fossem, por assim dizer, máquinas computadoradas cujos circuitos lógicos afastassem qualquer possibilidade de erro; essa atitude consiste, ao contrário, em serem os cientistas capazes de se comunicar com os outros em níveis que irão propiciar a eles a obtenção do consenso final ao qual todos

aspiram, ao mesmo tempo que aprendem a criar seus próprios diálogos internos numa mesma linguagem (ZIMAN, 1979, p. 92-93).

Porém, poderíamos perguntar: como uma comunidade científica é capaz de fazer a escolha de um paradigma no período pré-paradigmático? O que se deve levar em conta para escolher determinado paradigma e rejeitar os demais?²⁵ A resposta que Kuhn apresenta a essas interrogações é bastante simples, pois, para ele, para um paradigma ser aceito ele deve parecer melhor que seus competidores, mas não precisa (e, de fato, isso dificilmente acontece) explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontada.

Segundo a concepção de desenvolvimento científico proposta por Kuhn, após haver um paradigma vencedor, a pesquisa científica entra num processo denominado de ciência normal. A seguir discutiremos alguns problemas vinculados ao período de ciência normal.

1.5- O que é ciência normal e qual a sua função na filosofia kuhniana?

Superado o período pré-paradigmático, inicia-se um período denominado de ciência normal, que “consiste na atualização dessa promessa²⁶, atualização que se obtém ampliando o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta, como particularmente relevantes, aumentando a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e articulando ainda mais o próprio paradigma” (KUHN, 1978, p. 44). Segundo Kuhn, a ciência normal é o período mais longo no qual os cientistas empregam inevitavelmente quase todo o seu tempo atualizando a promessa do paradigma. A ciência normal pode ser entendida como um processo de amadurecimento do desenvolvimento científico, pois nesse período ocorre um aperfeiçoamento das técnicas e dos instrumentos que fazem parte do paradigma.

²⁵ Ver Kuhn: (1973) “Objetividade, juízo de valor e escolha teórica”. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 383-405, 1977.

²⁶ Atualização da promessa do paradigma poder solucionar o problema que ele havia proposto resolver quando que ele foi aceito.

Autores como Popper²⁷ e Stephen Toulmin²⁸ criticaram duramente a concepção de ciência normal desenvolvida por Kuhn, tanto que:

[...] a meu ver, o cientista “normal”, tal como Kuhn o descreve, é uma pessoa da qual devemos ter pena [...]. O cientista “normal”, descrito por Kuhn, foi mal ensinado. Foi ensinado com espírito dogmático: é uma vítima da doutrinação. Aprendeu uma técnica que se pode aplicar sem que seja preciso argumentar a razão pela qual pode ser aplicada (sobretudo na mecânica quântica). Em consequência disso, tornou-se o que pode ser chamado *cientista aplicado*, em contraposição ao que eu chamaria *cientista puro* (POPPER, 1979, p. 65).

Apesar das profundas críticas dirigidas ao fator dogmático da ciência normal desenvolvida por Popper, a postura de Kuhn, por outro lado, adquiriu adeptos como, por exemplo, Margaret Mastermam:

[...] longe de expressar dúvidas a respeito da existência da “ciência normal” de i m(ên.6(l’’)66up

essa expectativa, parece ser justificada a freqüente intolerância que os cientistas mantêm aos primeiros ataques e críticas que são dirigidas ao paradigma.

Kuhn, ao longo da *Estrutura*, estabelece alguns comentários muito interessantes que ajudam na caracterização daquilo que ele entendia ser a atividade da ciência normal. Na introdução, ele comenta que: “a ciência normal, atividade na qual a maioria dos cientistas emprega inevitavelmente quase todo o seu tempo, é baseada no pressuposto de que a comunidade científica sabe como é o mundo” (KUHN, 1978, p. 24). No início do capítulo I, chamado *A rota para a ciência normal*, Kuhn se refere à ciência normal como uma pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas pela comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior (Idem, p. 29).

Para Kuhn, o trabalho do cientista na fase de ciência normal seria basicamente um trabalho de limpeza e aperfeiçoamento do paradigma. Em outras palavras, o cientista passaria a investigar de uma forma detalhadíssima uma determinada área, concentrando-se numa faixa de problemas esotéricos, investigando uma parcela da natureza com uma profundidade que não poderia ser imaginada sem o auxílio do paradigma. Os cientistas buscam fazer com que a natureza se encaixe dentro daqueles limites que são ditados pelo paradigma. Em vários casos, muitos anos são gastos em investigações e pesquisas que tem por finalidade obter dados específicos e mais precisos de um determinado campo.

Kuhn (1979 b) relata que um dos objetivos da ciência normal é ampliar a esfera de ação e a precisão da experiência e da teoria existentes, assim como, melhorar o ajuste entre elas. Diz também que, a ciência normal tem como objetivo eliminar os conflitos não só entre as diferentes teorias empregadas em seu trabalho, mas também entre os modos em que se usa uma única teoria em diferentes aplicações.

Sendo assim, a atividade dos cientistas assemelha-se a um ordenamento de peças de um jogo de quebra-cabeças. Faz-se necessário lembrar que tanto na montagem de um jogo de quebra-cabeças de papel como na tentativa de resolução de problemas científicos existem certas normas, regras e exigências que devem ser seguidas para que a atividade possa ser desenvolvida com sucesso. Assim,

Em condições normais, o cientista investigador não é um inovador, mas um solucionador de quebra-cabeças³⁰, e os quebra-cabeças em que se concentra são justamente aqueles que ele se julga ser possível constatar e responder no interior da tradição científica existente (KUHN, 1959, p. 285).

O período de ciência normal, segundo a concepção de Kuhn, é um período extremamente fértil onde são feitas várias descobertas, gerando um desenvolvimento cumulativo. Seria praticamente um grande equívoco dizermos que o período de ciência normal é um período meramente repetitivo, sem criatividade e que não está apto a realizar descobertas.

Por ora, achamos oportuno comentar alguns problemas que Kuhn (1978) expõe como essenciais do período de ciência normal. Em primeiro lugar, ele considera que os paradigmas se mostram reveladores da natureza das coisas, ou seja, à medida que o cientista se põe a investigar, guiado por um paradigma, ele inicia um processo de tentar aumentar o conhecimento sobre o funcionamento e comportamento dos objetos que estão sendo estudados. Sob o “holofote” de um paradigma os cientistas conseguem fazer várias descobertas, destacando essencialmente o grau de precisão e de exatidão de suas pesquisas referentes a outros dados que possuímos antes desses estudos serem realizados através de uma orientação paradigmática. Kuhn (1978, p. 46) diz que:

De Tycho Brahe até E. O. Lawrence, alguns cientistas adquiriram grandes reputações, não por causa da novidade de suas descobertas, mas pela precisão, segurança e alcance dos métodos que desenvolveram visando à re-determinação de categorias de fatos anteriormente conhecida.

³⁰ Para Kuhn (1978), “os termos ‘quebra-cabeças’ e ‘solucionador de quebra-cabeças’ colocam em evidência vários temas que adquiriram uma importância crescente nas páginas precedentes. Quebra-cabeça indica, no sentido corriqueiro em que empregamos o termo, aquela categoria particular de problemas que servem para testar nossa engenhosidade ou habilidade na resolução de problemas. Os dicionários dão como exemplos de quebra-cabeças as expressões “jogo de quebra-cabeça” (em inglês, jigsaw puzzle) e ‘palavras cruzadas’”.

Uma segunda classe de problemas consiste na presença daqueles fenômenos que, “embora freqüentemente sem muito interesse intrínseco, podem ser diretamente comparados com as predições da teoria do paradigma” (Kuhn, 1978, p.47). Seria praticamente um esforço constante de “testar” o paradigma, vendo se é possível estabelecer conexões entre o paradigma e um determinado fenômeno. Este segundo ponto seria “a tentativa de aproximar (ajustar) a teoria à prática”, ou estabelecer uma conexão entre a natureza e a teoria. Desta maneira, “a existência de um paradigma coloca o problema a ser resolvido. Freqüentemente, a teoria do paradigma está diretamente implicada no trabalho de concepção da aparelhagem capaz de resolver o problema” (KUHN, 1978, p. 48).

Kuhn comenta que, para aperfeiçoar ou encontrar novas áreas nas quais a concordância (teoria x prática) possa ser demonstrada, faz-se necessário que o observador e/ou experimentador tenha uma constante habilidade e uma imaginação fértil. Kuhn cita, como exemplo desse árduo trabalho, os telescópios especiais que foram desenvolvidos para demonstrar a paralaxe anual predita por Copérnico; a máquina de Atwood, inventada quase um século depois dos *Principia*, para fazer a demonstração da segunda lei de Newton, como também o aparelho de Foucault para mostrar que a velocidade da luz é maior no ar do que na água. Assim, sem os *Principia*, por exemplo, as medições feitas pela máquina de Atwood não teriam nenhum significado.

O terceiro tipo de tarefas que constituem a ciência normal é “basicamente o trabalho empírico empreendido para articular a teoria do paradigma, resolvendo algumas de suas ambigüidades residuais e permitindo a solução de problemas para os quais anteriormente só tinha chamado a atenção” (idem).

Também, a aplicação de um paradigma está vinculada a um conjunto de fenômenos restritos, ou seja, muitas vezes, um paradigma que foi desenvolvido para um determinado grupo de problemas pode manifestar-se ambíguo quando se tentar fazer a aplicação desse paradigma a outros fenômenos estritamente relacionados. Tomemos como exemplo os *Principia* que tinham sido planejados para serem aplicados sobretudo aos problemas da Mecânica Celeste, sendo que não era de modo algum claro como se deveria adaptá-los para aplicações terrestres e, em especial, aos problemas do movimento violento.

Na concepção de Kuhn (1978), a ciência normal estaria dedicada, em resumo, a solucionar três classes distintas de problemas, a saber, a determinação do fato significativo, harmonização dos fatos com a teoria e articulação da própria teoria. Essa atividade constitui-se numa atividade de limpeza e de articulação do paradigma com a natureza que está sendo investigada.

No capítulo III da *Estrutura* (A ciência normal como resolução de quebra-cabeças), Kuhn explora o aspecto do desenvolvimento cumulativo que surge no período de ciência normal. Podemos dizer, então, que Kuhn trabalha com duas concepções de desenvolvimento científico? De uma maneira indireta poderíamos dizer que sim, pois Kuhn admite que no período de ciência normal ocorre um progresso, um desenvolvimento que é marcado basicamente pelo aumento do alcance e da precisão com que os paradigmas podem ser aplicados. Cabe ressaltar que esse progresso cumulativo está vinculado à habilidade que os cientistas possuem em solucionar problemas e também à criatividade e à engenhosidade com que eles (os cientistas) empregam seus instrumentos e suas técnicas na tentativa de dissolver seus problemas de pesquisa.

Poderíamos nos perguntar o seguinte: embora o paradigma possa apresentar, antecipadamente, vários dos resultados do problema que está sendo investigado, os cientistas (no período de ciência normal) continuam trabalhando nessa área – por que então dedicam tanto trabalho a esses problemas? Para Kuhn (1978, p. 59), o trabalho da ciência normal constitui-se em um desafio à criatividade e à engenhosidade dos cientistas, pois:

Embora seu resultado possa, em geral, ser antecipado de maneira tão detalhada que o que fica por conhecer perde todo o interesse, a maneira de alcançar tal resultado permanece muito problemática. 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 indivíduo que é bem sucedido nessa tarefa prova que é um perito na resolução de quebra-cabeças.

Contudo, um homem pode sentir-se atraído pela ciência por vários motivos, reconhece Kuhn. Entre essas razões poderíamos destacar o desejo de ser útil, a excitação e curiosidade de explorar um novo território, a esperança de encontrar ordem para problemas desajustados e, por que não, para poder testar os conhecimentos até então estabelecidos. Mas de onde viria essa inspiração para o trabalho científico? Para Kuhn (1978, p. 61),

O que 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. Muitos dos grandes espíritos científicos dedicaram sua atenção profissional a complexos problemas dessa natureza. Em muitas situações, os diferentes campos de especialização nada mais oferecem que esse tipo de dificuldades. Nem por isso esses quebra-cabeças passam a ser menos fascinantes para os indivíduos que a eles se dedicam com aplicação.

Assim, segundo a concepção de Kuhn, quando há um paradigma que fornece um esboço da resolução de um problema, o cientista necessita ser hábil o suficiente para solucioná-lo, pois caso isso não venha a ocorrer, o fracasso seria atribuído à falta de capacidade do cientista. Kuhn explica esse fenômeno através de uma analogia: seria como se o carpinteiro buscasse justificar seus erros e suas falhas na construção de algum objeto devido a defeitos de seus instrumentos.

Existe, então, uma sólida rede de compromissos e adesões que envolvem aspectos conceituais, teóricos, metodológicos e instrumentais que proporcionam, ao praticante de uma especialidade amadurecida, regras que revelam a natureza do mundo. Dessa forma, essas adesões acabam permitindo, aos cientistas de uma determinada área, concentrarem-se com segurança nos problemas esotéricos que são definidos por essas regras e pelos demais conhecimentos existentes. Cabe aos cientistas, concentrarem-se no problema apresentado e procurar solucioná-lo de forma semelhante como se procura solucionar um jogo de quebra-cabeça.

Embora existam regras que passam a orientar a prática científica, essas regras não conseguem especificar toda a atividade científica. Um paradigma encarregado de

orientar a prática científica de uma determinada comunidade não pode ser reduzido simplesmente a um conjunto de regras. Faz-se necessário ressaltar que as regras são um importante instrumento da prática científica, mas não determinam todos os processos da de tal prática. Para Kuhn (1978, p. 66), “a ciência normal é uma atividade altamente determinada, mas não precisa ser inteiramente determinada por regras. [...] As regras, segundo minha sugestão, derivam de paradigmas, mas os paradigmas podem dirigir a pesquisa mesmo na ausência de regras”.

Cabe ressaltar que o paradigma não pode ser reduzido apenas a um conjunto de regras³¹. Existem certas crenças que ultrapassam a esfera metodológica que, segundo Kuhn, também são utilizadas na atividade científica de uma certa comunidade. Para Kuhn, os cientistas não compartilham um conjunto de regras, mas trabalham a partir de paradigmas compartilhados. As regras passam a auxiliar a atividade científica tornando-se um tipo de instrumento (uma ferramenta) que está à disposição dos cientistas. Assim, argumenta Kuhn, a existência de um paradigma não precisa implicar a existência de qualquer conjunto completo de regras.

Na concepção de Kuhn, os cientistas trabalham a partir de modelos que são adquiridos através do processo de iniciação científica ou da literatura que são expostos posteriormente. Muitas vezes, aprendem esses modelos sem conhecer ou precisar conhecer quais foram as características que proporcionaram o *status* de paradigma a esses modelos. Por agirem dessa maneira, os cientistas não precisam ter um conjunto completo de regras. Os cientistas, dificilmente, irão perguntar ou debater os fundamentos que foram apresentados pelo paradigma. Há uma aceitação da proposta de trabalho sugerida pelo paradigma. Os paradigmas passam a ser anteriores à prática científica e podem ser

³¹ Para Dutra (2003, p. 103-104), “(...) paradigma não se esgota nas regras que podem ser dele retiradas. Este é um aspecto particularmente importante de divergência de Kuhn com relação a outros pensadores da ciência, como Popper e Carnap. Se pensarmos as regras que guiam a atividade científica como, por exemplo, as regras metodológicas das quais fala Popper, que guariam o teste de teorias e permitiriam, assim, fazer uma reconstrução racional da atividade do cientista, então a posição de Kuhn seria avessa à possibilidade de fazer uma reconstrução racional completa da atividade científica, pois ele afirma que podemos retirar algumas regras do paradigma, mas a atividade de ciência normal sob um paradigma não tem seu significado esgotado em um conjunto de regras. Ainda que as regras possam quase sempre ser explicitadas, o paradigma poderia guiar a atividade em ciência normal mesmo na ausência de regras, comenta Kuhn”.

considerados completos, fornecendo todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento científico.

A justificativa apresentada por Kuhn de que os paradigmas poderiam determinar a ciência normal sem intervenção de regras, está baseada fundamentalmente em algumas razões. A primeira delas faz referência à grande dificuldade encontrada para descobrir quais seriam as regras que guiarão as tradições específicas da ciência normal. O segundo motivo baseia-se na natureza da iniciação científica, pois para Kuhn, os cientistas nunca aprendem conceitos, leis e teorias de uma forma totalmente abstrata e/ou isolada. Ao contrário, diz Kuhn (1979c), o processo de aprendizado de uma teoria depende do estudo das aplicações, incluindo desde a prática na resolução de problemas, seja com lápis e papel, até a manipulação com instrumentos num laboratório. O terceiro fator aponta para o fato de que a ciência normal pode avançar sem regras somente enquanto a comunidade científica relevante aceitar sem questões as soluções de problemas específicos já obtidas. Em outras palavras, enquanto os paradigmas permanecem seguros as regras parecem não serem necessárias. Contudo, quando os cientistas não estão mais de acordo sobre a existência de soluções para os problemas fundamentais de uma determinada área de estudos, as regras passam a adquirir uma função que não possuíam anteriormente.

Em geral, podemos enfatizar que as regras explícitas, quando existem, estão vinculadas a um grupo científico bastante amplo. Já os paradigmas estão associados a um contexto restrito; estão ligados a uma comunidade científica que tem por finalidade solucionar um determinado problema. Tomemos como exemplo a comunidade ampla e diversificada constituída por todos os físicos. Para Kuhn, cada membro desse grupo aprende determinadas leis (como por exemplo, as leis da Mecânica Quântica), mas nem todos aprendem as mesmas aplicações dessas leis. Ou seja, existem leis gerais que todos os físicos aprenderam, mas dependendo dos problemas que estão solucionando podem sentir-se forçados a segui-las ou não.

O período de ciência normal constitui-se num período bastante sistemático, pois é nesse período que a atividade científica começa a fazer investigações mais cuidadosas. No próximo capítulo, retornaremos ao período de ciência normal, justamente, para justificar a nossa concepção e para analisar o processo de iniciação, formação e incorporação

paradigmática de jovens cientistas que desejam fazer parte de uma certa tradição de pesquisa.

Contudo, também é no processo investigativo da ciência normal que, geralmente, surgem as anomalias que acabam desencadeando crises que, por sua vez, podem desencadear numa revolução científica.

1.6 - O surgimento de anomalias e crises no processo de desenvolvimento científico kuhniano

Segundo Kuhn, depois de aceito um paradigma, inicia-se o trabalho da ciência normal. No período de ciência normal, os cientistas buscarão atualizar a promessa (e fazer as descobertas) que foram induzidas pelo paradigma. Acontece que, muitas vezes, trabalhando na pesquisa normal, com certas expectativas, os cientistas observam que algo está saindo errado, existe uma dificuldade em encaixar cada peça do quebra-cabeça no seu devido lugar. Surge, então, a anomalia.

A expressão “anomalia” significa basicamente um desvio acentuado de um padrão normal, é uma espécie de anormalidade ou, se preferirmos, uma irregularidade. É algo que não se adequa ao modo de agir normal. As anomalias somente podem surgir, admite Kuhn, porque existe um pano de fundo com o qual elas são comparadas e, a partir daí, podem ser consideradas estranhas.

A anomalia aparece somente contra o pano de fundo proporcionado pelo paradigma. Quanto maiores forem a precisão e o alcance de um paradigma, tanto mais sensível este será como indicador de anomalias e, conseqüentemente de uma ocasião para a mudança de paradigma. [...] Ao assegurar que o paradigma não será facilmente abandonado, a resistência garante que os cientistas não serão perturbados sem razão. Garante ainda que as anomalias que conduzem a uma mudança de paradigma afetarão profundamente os conhecimentos existentes. (KUHN, 1978, p. 92).

HOYNINGEN-HUENE (1995), argumenta que, freqüentemente, muitas anomalias surgem do levantamento de teorias alternativas que vêm se contrapor a proposta apresentada pelo paradigma em vigência. Acatando essa concepção, as anomalias podem emergir através da falha ou imprecisão do paradigma como também da elaboração de uma proposta alternativa para a resolução do problema. Essa proposta alternativa que é apresentada é amplamente rejeitada pelos membros mais ortodoxos da comunidade científica, pois eles alegam não terem encontrado ainda anomalias e irregularidades no desenvolvimento de suas atividades.

Para Dutra (2003), o surgimento da anomalia se deve ao próprio fato de que um paradigma, quando é aceito, ser mais uma promessa de sucesso que um sucesso realizado.

Se lembrarmos um pouco daquilo que escrevemos nas páginas precedentes, talvez tenhamos maior facilidade de compreender o período de anomalias e de crises, pois necessitamos relacionar o período de anomalias e crises ao período de ciência normal.

As anomalias e as crises estão vinculadas ao período de ciência normal; e lembremo-nos que Kuhn entende a ciência normal como a atividade que consiste em solucionar quebra-cabeças. Essa atividade de solucionar quebra-cabeças é um empreendimento altamente cumulativo e extremamente bem sucedido no que toca seus objetivos. Mas, cabe enfatizar que, para solucionar os quebra-cabeças, o cientista necessita respeitar algumas regras dentre as quais enfatizamos: a) todas as peças do quebra-cabeça necessitam serem utilizadas, ou seja, não podemos considerar um problema resolvido enquanto todas as peças não forem utilizadas; se alguma peça não for utilizada podemos dizer que a resolução pode conter problemas e falhas; b) todas as peças do quebra-cabeça devem ser ajustadas de tal modo que não sobre nenhum espaço entre elas. Isto significa que existe certa ordem no emprego das peças para que elas fiquem devidamente encaixadas.

As anomalias surgem exatamente no contexto e no momento em que o cientista está solucionando um problema (encaixando as peças desse quebra-cabeça) e os instrumentos que ele tem em mãos não são suficientes e eficazes para dar uma resposta a tal problema. Talvez a dificuldade se dê porque estejam faltando algumas peças do quebra-cabeça, ou talvez porque alguma peça tenha um encaixe inadequado às outras, sendo impossível acomodá-la em tal contexto.

As anomalias adquiriram, na filosofia de Kuhn, um papel destacado, pois uma descoberta científica inesperada “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” (KUHN, 1978, p. 78).

O fenômeno anômalo que ocorre no processo científico é algo totalmente novo, imprevisível e, muitas vezes, de difícil solução. Considera-se isso porque os cientistas não foram educados e não estão preparados para solucionar alguns problemas que emergem no decorrer da prática científica. À medida que uma comunidade científica adquire um paradigma, ela não sabe quais serão as dificuldades futuras que poderão surgir na atualização da promessa paradigmática. As anomalias tornam-se mais um teste à habilidade e à engenhosidade dos cientistas.

Como comentávamos anteriormente, a ciência normal não tem como propósito descobrir grandes novidades no terreno de fatos e teorias, mas é um empreendimento altamente cumulativo e extremamente bem sucedido na ampliação e na precisão do conhecimento científico. Contudo, fenômenos novos e inesperados são periodicamente descobertos pela pesquisa científica. Mas, como ocorrem essas descobertas no período de ciência normal? Kuhn argumenta que a descoberta começa com a consciência da anomalia. Inicia-se, então, um processo de reconhecimento de tal anomalia, sendo que o trabalho é basicamente encerrado quando algo anômalo, imprevisível, se transforma em alguma coisa esperada. Em outras palavras, muitas descobertas que são produzidas pela ciência normal são frutos de uma anomalia. Os cientistas se esforçam para superar a anomalia e acabam solucionando o problema sem uma modificação radical do paradigma. Através de uma reorganização interna, através de uma reordenação de dados, é possível acomodar a anomalia sem abandonar a proposta de trabalho apresentada pelo paradigma em vigência.

Assim, algumas anomalias podem conter um “embrião” que proporcionará uma descoberta científica. Mas, faz-se necessário haver uma consciência prévia³² dessa anomalia e, a partir daí, haver um reconhecimento gradual e constante da importância de

³² Para Dutra (2003, p. 105), “A consciência que os cientistas tomam de uma anomalia pode levar o campo de pesquisa a uma crise que, se agravada, fará surgir novamente uma competição entre candidatos a paradigmas, em um período de ciência extraordinária, que se assemelha ao período pré-paradigmático. A crise que surge em determinada disciplina científica, com o reconhecimento da anomalia, pode ter desfechos diferentes”.

solucionar o problema que é apresentado por determinada anomalia. Para Kuhn (1978, p. 91), “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”.

Algumas anomalias conseguem penetrar mais profundamente em uma comunidade científica, sendo possível descrever os campos por ela afetados como em estado de crise crescente. Mas nenhum quebra-cabeça e nenhuma ciência amadurecida cedem aos primeiros ataques apresentados pelas anomalias. Por mais grave que possa parecer a crise, os cientistas não irão abandonar o antigo paradigma sem antes ter uma nova proposta de trabalho (um novo paradigma) para ser aceita. Assim, a ciência normal, na maioria das vezes, tende a suprimir novidades. Também, “se não quiser perder tempo, o cientista deve ser capaz de discernir entre uma anomalia essencial e um fracasso acidental” (KUHN, 1979c, p. 75).

Deve-se evidenciar que não são todas as anomalias que produzem uma crise paradigmática. As crises são geradas, justamente, por uma anomalia que não foi solucionada. Muitas anomalias são constantemente solucionadas e não produzem alterações no paradigma. Para Kuhn (1978, p. 113),

Segue-se daí que 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, freqüentemente através de processos que não poderiam ter sido previstos. O cientista que se detém para examinar cada uma das anomalias que constata, raramente realizará algum trabalho importante.

De uma forma bastante geral, podemos dizer que as anomalias e as crises são um primeiro alerta de que está se aproximando a hora de renovar os instrumentos de pesquisa. Também podem ser entendidas como um pré-requisito para a emergência de novas teorias científicas. Para Dutra (2003, p. 105), “na própria ciência normal já se encontra o germe das revoluções científicas que são essenciais à ciência”.

Mas, como os cientistas reagem à presença, ao surgimento das anomalias e das crises? Para Kuhn, embora os cientistas possam começar a perder a fé e a considerar outras alternativas, eles não renunciarão de imediato ao paradigma que os conduziu à crise. Kuhn acaba lançando uma hipótese interessante a esse respeito, pois, diz ele: “embora seja improvável que a história registre seus nomes, indubitavelmente alguns homens foram levados a abandonar a ciência devido a sua inabilidade para tolerar crises” (KUHN, 1978, p. 109).

Esses homens procuram defender com bastante ênfase e determinação o paradigma antigo, tendo como propósito que “uma teoria científica, após ter atingido o *status* de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la” (KUHN, 1978, p. 108). Deste modo, à medida que os cientistas buscam rejeitar um paradigma buscam, simultaneamente, a incorporação e aceitação de outro paradigma. Na concepção de Kuhn, não existe uma atividade científica sem um paradigma.

Na maioria das vezes, as anomalias passam a enfraquecer as regras que orientam a resolução dos quebra-cabeças da ciência normal, forçando os cientistas a buscar uma nova maneira de solucionar o problema. Mas uma anomalia reconhecida e persistente nem sempre leva a uma crise. Em muitos casos, os cientistas estão dispostos a esperar, diz Kuhn, especialmente quando existem muitos outros problemas disponíveis em outros setores do campo de estudos.

Mas, quando uma anomalia parece ser algo mais do que um novo quebra-cabeça da ciência normal inicia-se um período de transição, pois a própria anomalia passa a ser comumente reconhecida pelos cientistas. Segundo Kuhn (1978, p.114), “um número cada vez maior de cientistas eminentes do setor passa a dedicar-lhe uma atenção sempre maior”. Entretanto, “se a anomalia continuar resistindo à análise, os cientistas podem passar a considerar sua resolução como o objeto de estudo específico de sua disciplina. Para tais investigadores, a disciplina não parecerá mais a mesma de antes” (idem). Haverá novos propósitos que serão levados em conta, pois procuram solucionar um novo tipo de problema, embora o novo problema possa ter surgido do trabalho executado no período de ciência normal.

Inicia-se, então, um período de transição, pois se faz necessário buscar uma resposta ao problema que emergiu da prática científica. São inventadas (produzidas) novas articulações que têm por finalidade dar uma resposta a tal problema. Contudo, essas articulações são divergentes, sendo que, a essa altura, embora exista um paradigma, poucos cientistas conseguem identificá-lo. Há uma grande dificuldade em saber exatamente qual é o conjunto padrão que oferece as melhores respostas para aquele problema.

Quando há a emergência de um novo candidato a paradigma há também uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, alterando algumas generalizações teóricas mais elementares do paradigma. A transição de um paradigma em crise para um novo paradigma não se dá por um processo cumulativo. Para Kuhn (1978, p. 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, situada 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.

Resumindo, quando são confrontados com anomalias os cientistas se esforçam e buscam isolá-la para poder estudá-la. Embora consciente de que as regras da ciência normal não podem estar completamente certas, os cientistas procuram aplicá-las ao novo problema, buscando descobrir precisamente onde e até que ponto elas podem ser aplicadas eficazmente. Simultaneamente, diz Kuhn, os cientistas buscarão modos de realçar a dificuldade, tornando-a mais nítida. Os cientistas dão início a uma pesquisa extraordinária, visando sempre solucionar os problemas e as dificuldades geradas pela crise.

Entretanto, as anomalias e as crises não são bem-vindas a uma comunidade científica. Elas são uma espécie de empecilho que vêm quebrar a ordem e a tranquilidade do trabalho realizado pela ciência normal. No próximo capítulo, vamos analisar como reagem os cientistas às crises e, como eles procuram solucionar tais dificuldades. Buscaremos também analisar por que, geralmente, as anomalias e, conseqüentemente, as

crises que podem gerar revoluções científicas são gestadas por pessoas que estão inseridas a pouco tempo num paradigma.

Por ora, deixaremos de lado o problema das anomalias e das crises para nos dedicarmos mais ao estudo do período revolucionário.

1.7 - O que são revoluções científicas?

A expressão “revoluções científicas” é uma das marcas mais características da teoria da ciência de Kuhn, e é utilizada constantemente para fazer a caracterização do pensamento deste autor. A história da ciência, por sua vez, reservava eventos de progresso científico que exigiam rupturas, saltos, que passaram a serem denominadas de revoluções científicas.

Por revoluções científicas entendia Kuhn aqueles períodos de desenvolvimento não-cumulativo onde o paradigma antigo era totalmente ou parcialmente substituído por um outro, este incompatível com o antigo. Mas por que Kuhn utilizou a expressão “revolução científica” para caracterizar uma mudança de paradigmas?

Kuhn trabalha com a expressão “revolução científica³³” de uma forma muito apropriada, estabelecendo um paralelismo até entre revoluções científicas e revoluções políticas. Assim,

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 criar. De forma muito semelhante, as revoluções científicas

³³ Para Marcondes (2004, p. 149) “a revolução científica moderna tem seu ponto de partida na obra de Nicolau Copérnico, *Sobre a revolução dos orbes celestes* (1543), [embora, aparentemente, a expressão “revolução científica” só tenha sido usada pela primeira vez pelo cientista inglês Robert Boyle em sua obra *Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy em 1671*] em que defende matematicamente (através de cálculos dos movimentos dos corpos celestes) um modelo de cosmo em que o Sol é o centro (sistema heliocêntrico), e a Terra apenas mais um astro girando em torno do Sol, rompendo deste modo com o sistema geocêntrico formulado no século III por Cláudio Ptolomeu em que a Terra se encontra imóvel no lugar central do universo (cuja origem era o *Tratado do céu* de Aristóteles, embora com importantes diferenças)”.

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 (KUHN, 1978, p.126).

Kuhn refere-se ao período revolucionário como aquele período onde ocorre a mudança, a troca de um determinado paradigma por outro. Mas, cabe ressaltar que a repercussão de uma revolução científica pode ser bastante modesta. Dizemos isso porque uma revolução científica não precisa necessariamente parecer revolucionária para aquelas pessoas que não compartilham do mesmo paradigma. São afetados pela revolução científica somente aqueles profissionais que estão inseridos numa comunidade científica específica, que decidem abandonar o paradigma antigo que apresentou falhas na explicação de um problema e adotar um novo paradigma que se propõe a solucionar os problemas deixados em aberto pelo antigo. Assim, “muitos episódios deixarão de ser, então, revolucionários para todas as comunidades. Muitos o serão apenas para um grupo, outros o serão para várias comunidades ao mesmo tempo, e uns poucos para toda a ciência” (KUHN, 1979b, 311).

A dimensão de uma revolução científica pode ser considerada como bastante relativa, pois sua repercussão estará, de certa forma, limitada pelo número de membros que certa comunidade científica possui. Aquelas pessoas que não estão inseridas numa comunidade científica específica, ao olharem para esse episódio, podem entendê-lo como um processo extremamente normal, não contendo características revolucionárias. Dessa maneira, “algumas revoluções são de grande amplitude, como as que se associam aos nomes de Copérnico, Newton ou Darwin, mas a maior parte é muito menor, como a descoberta do oxigênio ou do planeta Urano” (KUHN, 1977, p. 20).

A transição de um paradigma a outro não obedece apenas procedimentos lógicos. Segundo Kuhn [1978, p. 128], “na escolha de um paradigma não existe critério superior ao consentimento da comunidade relevante”. Assim, “para compreendermos como as revoluções científicas são produzidas, não podemos examinar somente o impacto da

natureza e da lógica, mas devemos explorar também as técnicas de argumentação persuasiva que são eficazes no interior de um determinado grupo” (idem).

Desse modo, a existência de revoluções científicas vem combater a idéia de que a ciência seria uma atividade puramente cumulativa. Para Kuhn (1978, p 130), “após o período pré-paradigmático, a assimilação de todas as novas teorias e de quase todos os novos tipos de fenômenos provoca a destruição de um paradigma anterior”. A concepção de progresso cumulativo passa a ser entendida por Kuhn como uma exceção à regra, pois somente a ciência normal é cumulativa e seu sucesso se deve à habilidade e à engenhosidade que os cientistas possuem em solucionar problemas.

As novas teorias surgem tendo como finalidade resolver as anomalias presentes na relação entre a teoria e a natureza, mas devem permitir predições diferentes de suas predecessoras. Entretanto, essas novas predições não seriam possíveis caso as duas teorias fossem logicamente compatíveis, argumenta Kuhn. Neste caso, a nova teoria deve passar a ocupar o lugar da anterior. Na maioria dos casos, pelo menos para os cientistas, as diferenças entre uma teoria científica descartada e sua sucessora são reais.

Kuhn (1978) argumenta também que as diferenças entre os paradigmas sucessivos seriam, ao mesmo tempo, necessárias e irreconciliáveis, pois os paradigmas sucessivos nos ensinam coisas diferentes acerca da população do universo e sobre o comportamento dessa população. Assim, “a tradição científica normal que emerge de uma revolução científica é não somente incompatível, mas, muitas vezes, verdadeiramente incomensurável com aquela que a precedeu” (KUHN, 1978, p. 138).

À medida que ocorre uma mudança de paradigma, há também uma mudança radical na forma de ver e interpretar o mundo. Com a incorporação de um novo paradigma, os cientistas passariam a ver e compreender o mundo de uma maneira diferente. Essa “variação radical de significado” ficou conhecida como o problema da incomensurabilidade. Sem dúvida, o problema da incomensurabilidade levantado por Kuhn na *Estrutura* foi alvo de muitas críticas e também de muitos mal entendidos. O próprio Kuhn reconheceu que tomou uma postura um tanto radical para descrever o problema da

incomensurabilidade. Passados alguns anos, Kuhn começa a reformular o problema da incomensurabilidade³⁴. Segundo ele (1991, p. 91),

Nenhum outro aspecto da *Estrutura* tem me interessado tão profundamente [como a incomensurabilidade], nos trinta anos desde que o livro foi escrito, e surjo que desses anos sentido mais fortemente ainda que a incomensurabilidade tem que ser sempre um componente de qualquer visão histórica de desenvolvimento ou de evolução do conhecimento científico.

À medida que há uma revolução científica, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções. Os cientistas, diz Kuhn, após as revoluções, vêem coisas novas e diferentes, embora utilizem instrumentos que já lhes são

sujeito começa a aprender a lidar com o novo mundo, sendo que, a partir daí, os objetos são identificados como antes da utilização das lentes. Para Kuhn, “tanto literalmente como metaforicamente, o homem acostumado às lentes invertidas experimentou uma transformação revolucionária da visão” (1978, p.147).

Assim, segundo Kuhn, aquilo que um homem vê depende tanto daquele objeto que está sendo investigado, como também daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver. O cientista passa a ver o mundo através de um paradigma. Na concepção de N.R. Hanson³⁶, “existe mais coisas no ato de enxergar que o que chega aos olhos”, ou seja, grande parte daquilo que um observador vê depende, em parte de suas experiências passadas, depende de todo um conjunto de conhecimento e de expectativas prévias.

Dessa maneira, um dos principais aspectos do processo revolucionário é que o cientista (com a mudança de paradigma) necessita apreender a desenvolver suas atividades de uma forma diferenciada daquela exercida sob a orientação do antigo paradigma. Acreditamos que uma revolução científica traz consigo um desafio ao cientista, fazendo com que ele tenha certa habilidade e facilidade em aprender uma forma inovadora de fazer suas atividades que estão sendo apresentadas pelo novo paradigma. Aqueles cientistas que se recusam a aceitar uma revolução, geralmente, são deixados de lado e passam a ser ignorados pela comunidade científica.

As crises, como já falávamos anteriormente, geralmente surgem através de uma percepção particular de que algo está apresentando alguma falha. Já a concepção revolucionária não é particular, ou individual, mas é entendida como um procedimento comunitário onde uma comunidade científica decide abandonar um determinado paradigma para assumir outro paradigma que possibilita dar melhores respostas aos problemas que estão sendo investigados.

Deve estar claro, a essa altura, que o período revolucionário é muito diferente do período de ciência normal. McMullin (1993)³⁷ enfatiza que as revoluções significam na prática uma mudança das técnicas de resolução de quebra-cabeças (puzzle), indo além dos

³⁶ N.R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1958), Capítulo I.

³⁷ In: *World Changes*.

limites da pesquisa normal, sendo que o paradigma não possui força suficiente para reordenar tal problema. Assim, o período de ciência normal é algo onde o paradigma consegue dar boas respostas aos problemas que ele havia proposto solucionar. Para Kuhn:

Parece-me que, em geral, as revoluções científicas se podem distinguir dos desenvolvimentos científicos normais na medida em que as primeiras exigem, ao contrário dos últimos, a modificação de generalizações que anteriormente se consideravam quase analíticas (KUHN, 1974, p. 366)

O período revolucionário surge exatamente de uma crise da ciência normal, onde o paradigma apresentou falhas e demonstrou não ser capaz de solucionar um determinado problema. Dessa maneira,

Ao contrário de uma impressão dominante, a maior parte das novas descobertas nas ciências não são meras adições ao lote existente de conhecimentos científicos. Para os assimilar, o cientista deve, em geral, voltar a arrumar o equipamento intelectual e manipulativo em que confiara anteriormente, descartando alguns elementos da sua crença e prática anteriores até encontrar novos significados e novas relações entre muitos outros. Visto que o antigo precisa ser reavaliado e reordenado quando se assimila o novo, a descoberta e a invenção nas ciências são, em geral, intrinsecamente revolucionárias (KUHN, 1959, p. 277).

Cf. Kuhn (1987, p. 30),

O que caracteriza as revoluções e, assim, a mudança em várias categorias taxonômicas é pré-requisito para as descrições e generalizações científicas. Ademais, essa mudança é um ajuste não só de critérios relevantes para a categorização, senão também do modo em que os objetos e situações dadas são distribuídos entre as categorias preexistentes. Já que tal redistribuição afeta

sempre mais a categoria e já que essas categorias se interdefinem, esta classe de alteração é necessariamente holista.

Talvez, uma das maiores dificuldades em conseguir entender o processo revolucionário descrito por Kuhn esteja no modo como se dão as revoluções científicas. Quando investigamos o processo revolucionário, nos deparamos com um ponto intrigante: a sua invisibilidade. Kuhn argumenta que os manuais de iniciação científica descrevem (reconstruem) a história da ciência de uma forma contínua, linear, dando a impressão de que há um processo cumulativo. Esse processo seria semelhante, acrescenta Kuhn, à adição de tijolos a uma construção, sendo que os cientistas ajuntariam um a um os fatos, conceitos, leis e teorias. Mas essa concepção é fortemente criticada por Kuhn.

À medida que uma comunidade científica passa pelo processo revolucionário ela entra novamente num período de ciência normal, semelhante àquele visto anteriormente. Mas Kuhn estabeleceu algumas pequenas diferenças entre a concepção de ciência normal e o período pós-revolucionário. São exatamente essas diferenças que buscaremos relatar no próximo item

1.8 - Caracterização do período pós-revolucionário

Somente podemos falar de um período pós-revolucionário quando uma comunidade científica deu por encerrada uma revolução científica. Em caráter geral, poderíamos dizer que o período pós-revolucionário é o reencontro de uma comunidade científica com o uma prática científica tranqüila. Em outras palavras, passado o período conturbado de dúvidas, incertezas e de mudanças radicais de significado a comunidade tem novamente um paradigma que promete ser eficiente na resolução de problemas. A comunidade científica inicia, então, um novo período de ciência normal.

Para Kuhn (1978), após uma revolução científica, várias medições e manipulações que eram efetuadas no antigo paradigma tornam-se irrelevantes e são substituídas por outras. Entretanto, dado que os novos paradigmas geralmente nascem dos antigos, eles

acabam incorporando grande parte do vocabulário e do aparato que eram utilizados pelo antigo paradigma. Os próprios instrumentos do laboratório continuam sendo os mesmos de antes, embora anteriormente fossem utilizados de uma forma diferenciada. Segundo Kuhn (1978, p.166), “em consequência disso, a ciência pós-revolucionária invariavelmente inclui muitas das mesmas manipulações, realizadas com os mesmos instrumentos e descritas nos mesmos termos empregados por sua predecessora pré-revolucionária”.

Passada a revolução científica, os cientistas podem decidir ordenar os fenômenos ou os dados de uma forma diferenciada daquela utilizada no antigo paradigma. Dentro do novo paradigma, termos, conceitos e experimentos antigos passam a estabelecer novas relações entre si.

O novo paradigma que surge de uma revolução nasce como uma promessa de solucionar os problemas (ou o problema) que conduziram o antigo paradigma a uma crise. Dessa maneira, o período pós-revolucionário pode ser identificado como uma nova investida de uma comunidade científica para solucionar um determinado problema. Embora seja um trabalho árduo, que exija muita habilidade e engenhosidade, os cientistas estão de posse do novo paradigma que lhes dá uma promessa de que tal problema possui uma solução assegurada.

Os cientistas vão precisar passar por uma nova mudança comportamental, pois após uma revolução vários dos objetos investigados podem ser apreciados de uma forma diferenciada. Também novos objetos podem ser incluídos na pesquisa. Conforme Dutra (2001, p. 149),

Forçosamente, o comportamento dos cientistas tem de mudar, em função desse *novo ambiente*. O mesmo cientista, visto em dois momentos diferentes de sua vida, antes e depois da troca de paradigma, é como alguém que apresenta o fenômeno de múltipla personalidade. No *ambiente* do novo paradigma, ele se comporta de modo incompatível com o modo como se comportava antes.

Por ora, queremos enfatizar que toda vez que há uma revolução científica faz-se necessário uma re-elaboração dos manuais científicos. Com o surgimento de revoluções

científicas os manuais científicos necessitam serem reescritos para poderem se manter atualizados. Ao se manterem atualizados, eles continuam sendo bons instrumentos pedagógicos que irão auxiliar um iniciante a ingressar numa determinada comunidade científica. Essa re-escrita torna geralmente “invisíveis” as revoluções, deixando a impressão de que o desenvolvimento da ciência seja contínuo.

No próximo capítulo, vamos explorar questões que fazem referências aos procedimentos que devem ser tomados por uma pessoa que deseja fazer parte de uma comunidade científica. Daremos enfoque especial ao processo de iniciação científica, que proporciona os primeiros contatos entre o iniciante e o paradigma que é compartilhado pela comunidade científica. Neste primeiro capítulo, fizemos apenas uma reconstituição da estrutura (forma ordenada) que Kuhn desenvolveu para poder implantar a idéia de progresso revolucionário. Através da reconstituição das idéias de Kuhn ficamos praticamente num caráter coletivo, onde sempre existia uma comunidade científica e um paradigma que orientava toda a prática científica. No próximo capítulo, vamos destacar alguns aspectos particulares da relação entre cientista e desenvolvimento científico. Entre esses aspectos poderíamos citar: a importância que a educação científica exerce sobre o desenvolvimento da ciência; os instrumentos de divulgação das descobertas científicas; os manuais que são instrumentos que possibilitam a aprendizagem de um paradigma e a própria linguagem que é utilizada por uma comunidade científica.

CAPÍTULO II

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO UMA FORMA DE APRENDER A VER O MUNDO

Tendo reconstituído, de uma maneira geral, o arcabouço conceitual que Kuhn utilizou para desenvolver a idéia de desenvolvimento científico, sendo este produzido através de rupturas e revoluções científicas, acreditamos que podemos voltar aos textos de Kuhn³⁸ para explorar um tópico especial, mas não menos importante, que é o processo de iniciação científica. Conforme comentamos no capítulo anterior, o trabalho do cientista é reconhecido quando ele é desenvolvido tendo o aval e o assentimento de uma comunidade científica. Dessa maneira, o cientista precisa fazer parte de uma comunidade científica para que seu trabalho seja reconhecido e legitimado.

Como vimos, Kuhn (1978) relata que um cientista pode sentir-se atraído (ou demonstrar interesse) por alguma atividade científica por diferentes motivos³⁹. Para

³⁸ Principalmente a *Estrutura* e os textos da *Tensão Essencial*.

³⁹ Segundo Dutra (2000, p. 91), “um jovem pode buscar a carreira científica tendo as motivações mais românticas ou idealistas. Ele pode desejar, por exemplo, encontrar a cura de males que afligem a humanidade de longa data; pode, em geral, ter o ideal de dedicar sua vida à solução de problemas que preocupam os homens”. Porém, segundo Kuhn, a finalidade da educação científica consiste em levar o jovem cientista a procurar tão-somente provar seu valor e sua habilidade na resolução de problemas.

destacar alguns desses motivos, poderíamos citar, por exemplo, o desejo de ser útil, uma possível curiosidade em explorar um novo território, a esperança de encontrar ordem para os fenômenos e fatos e, até propriamente, um impulso para testar o conhecimento estabelecido até então. Uma das grandes preocupações de Kuhn está vinculada justamente à esfera da formação do jovem cientista. Como e o que deve ser feito para que uma pessoa comum (normal) se torne um cientista, um profissional, um especialista em determinada área? Quais são as “transformações” que ele sofre? Segundo Dutra (2001, p.154),

[...] se alguém quer ser cientista, ou artista, ou filósofo, etc., não pode alcançá-lo a não ser que se submeta à modelagem do comportamento que se dá nestes contextos especializados. Contudo, poder-se-ia dizer ainda que uma pessoa *escolhe* ser cientista, ou artista, etc., e, *de livre vontade*, se submete ao programa de modelagem de comportamento que o levará a ser isso ou aquilo. Ora, mas isso é o mesmo que dizer que o jogador *decide* se tornar um jogador e eu o crente *decide* abraçar determinada religião. Se eles *decidiram entrar*, por que, todavia, não podem, depois, *decidir sair*? Aqui, claramente, apesar de sua incompletude, a explicação behaviorista é superior: os indivíduos não decidem nada disso; são as contingências do reforço que os conduzem para uma coisa ou para outra, para dentro ou para fora daqueles *repertórios* ou contextos.

Assim, quando um aprendiz decide ingressar em uma determinada comunidade científica ele abre mão (perde) toda a sua autonomia para questões científicas. Assim como o jogador e o crente não tomam as decisões, também não é o cientista individual que decide quais problemas científicos serão dignos de investigação. Ao ingressar em uma comunidade científica o aprendiz jamais pensa em sair de tal comunidade. Mas, poderíamos perguntar: quando um cientista deixa de ser cientista? Para Kuhn, um cientista vai ser reconhecido como tal, enquanto ele pertencer a uma comunidade científica. Um cientista somente deixará de ser cientista se ele não acompanhar o desenvolvimento revolucionário de determinada comunidade. Em outras palavras, um cientista não será reconhecido como tal no momento em que não estiver inserido num contexto específico. Mas aqui retornamos ao

problema discutido por Dutra acima, pois não será o cientista que tomará a decisão de abandonar as pesquisas, mas serão seus colegas que passarão a excluí-lo e a ignorá-lo porque entendem que ele não acompanhou o desenvolvimento comunitário. O afastamento da prática científica não partiu do indivíduo particular, mas é uma decisão comunitária que foi constituída pelo fato de tal profissional não se atualizar, não se deixar moldar, conforme a nova proposta de trabalho compartilhada pelo restante da comunidade.

Na concepção de Kuhn, o desenvolvimento da ciência se dá justamente na inter-relação entre os indivíduos de uma mesma comunidade científica e um único paradigma que orienta a forma de trabalho da mesma. Mas, como se comportam esses indivíduos nos diferentes períodos de desenvolvimento científico?

Nesse capítulo, vamos enfatizar alguns aspectos que acreditamos serem essenciais na formação do cientista. Vamos procurar elucidar alguns aspectos como: 1) o primeiro contato que o jovem cientista tem com um paradigma, 2) como é visto o novo cientista pelo restante da comunidade científica, 3) quais são as técnicas e os instrumentos de que o jovem cientista necessita ter controle e saber manipular para fazer parte de dada comunidade científica.

Acreditamos que muitos desses aspectos não ganharam grande ênfase na obra de Kuhn⁴⁰, pois, geralmente, ficaram ofuscados pelas polêmicas enfrentadas pelo autor, principalmente aquelas vinculadas ao problema da incomensurabilidade das teorias, ao problema das revoluções científicas, às discussões sobre relativismo, subjetivismo e irracionalismo.

O processo de iniciação científica adquire espaço de destaque na filosofia de Kuhn justamente porque a atividade científica não é uma atividade individual, feita de

Kuhn é um dos principais pensadores que entende e procura mostrar que a ciência é uma atividade intrinsecamente comunitária. Em *Afterwords* (p. 329) Kuhn diz: “O solipsismo metodológico, a concepção tradicional da ciência como, pelo menos em princípio, um jogo de um só indivíduo, vai mostrar-se, estou inteiramente certo, ter sido um erro especialmente enganoso”. O indivíduo continua fazendo ciência, mas ele necessita estar vinculado a uma comunidade de pesquisa. Seu trabalho individual feito de forma independente, não adquire reconhecimento, pois o *campo fértil* para o desenvolvimento científico está na estrutura comunitária. Para Dutra (2005, p. 25), é;

A comunidade científica que fornece ao cientista individual os estímulos necessários para que suas respostas cognitivas tenham lugar, seja pela educação científica que lhe fornece, seja pelo ambiente intelectual presente, unicamente no qual o cientista pode realizar o seu trabalho.

Na tentativa de descrever o processo de aprendizagem do cientista, vamos constantemente retornar às divisões dos períodos da atividade científica proposta por Kuhn, vistos no capítulo anterior, pois em cada fase do desenvolvimento científico, serão constatadas algumas alterações significativas no comportamento dos cientistas.

Vamos abordar a natureza da iniciação científica a partir de dois aspectos diferenciados. No primeiro, enfatizamos basicamente o processo de iniciação científica de determinada pessoa que não pertence à “tradição”, que não tem nenhuma experiência na atividade de pesquisa. No segundo momento, vamos discutir o processo de transição dos profissionais que pertenciam ao antigo paradigma e agora precisam aprender a solucionar problemas conforme a proposta apresenta por outro paradigma.

2.1 - A educação científica e a mudança de comportamento

Na concepção de Kuhn, o cientista não está formado ou pronto para a pesquisa pelo simples fato de aprender conteúdos. Há todo um processo de iniciação científica no

qual o jovem cientista é inserido e aprende⁴¹ o ofício de solucionar problemas. Nesse processo de iniciação científica ocorre, podemos dizer, uma modelagem do comportamento, sendo que o aprendiz é instruído a resolver os problemas da mesma maneira que, ou de forma muito semelhante, a seus mestres. O jovem aprendiz é orientado por profissionais que conhecem as sutilezas e as armadilhas dessa área de pesquisa⁴². Há, segundo Kuhn (1959, p. 279), “um treino rigoroso para o pensamento convergente”.

Assim, para Dutra (2001, p. 147),

Um cientista será um bom solucionador de problemas na exata medida de seu comprometimento como o paradigma que, pelo menos em parte, pode se traduzir em um conjunto de regras. Quanto mais seu comportamento for *controlado pelo paradigma*⁴³ e ele resolver os problemas de forma compatível com o paradigma, melhor cientista ele será.

Segundo Kuhn, o jovem cientista passaria a ter os primeiros contatos com um paradigma que é compartilhado por uma comunidade científica. Os integrantes de uma comunidade científica, que são guiados pelo mesmo paradigma, acabam compartilhando as mesmas crenças, os mesmos valores e as mesmas generalizações simbólicas. Assim, o sucesso do desenvolvimento das atividades científicas desempenhadas em uma comunidade científica depende, em larga escala, “das fortes convicções que existem antes da própria investigação”⁴⁴, convicções essas que são repassadas através da iniciação científica. A iniciação científica passa a dar a base para todo o desenvolvimento investigativo dos jovens aprendizes que estão ingressando na comunidade. Segundo Ziman (1979), vai ser através da

⁴¹ Dutra (2000, p. 108) apresenta um comentário muito interessante que diz respeito ao processo de aprendizagem. Para ele, “aprender não consiste em um indivíduo receber passivamente certas informações, mas em um processo ativo, no qual o indivíduo que aprende investiga”.

⁴² Para Ziman (1979, p. 79), “a questão do treinamento de um cientista, até a publicação do seu primeiro trabalho de pesquisa, acha-se agora, sem exceção, nas instituições científicas atuais, sob a orientação de experimentados pesquisadores. O caso de Einstein, que deixou a Universidade com um diplomazinho insignificante e trabalhava no Departamento de Patentes enquanto estudava e fazia pesquisas por sua própria conta, hoje em dia está inteiramente fora das normas”.

⁴³ Grifo nosso.

⁴⁴ Kuhn, 1979c, p. 55.

educação que os jovens cientistas serão condicionados às normas de determinada comunidade científica.

A educação científica torna-se de fundamental importância, pois o comportamento dos cientistas é “controlado pelo paradigma” e, a atividade científica não é, única e exclusivamente, determinada por regras. Para Kuhn (1978, p. 70),

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.

Nesse primeiro momento, os jovens cientistas não ousam questionar os ensinamentos que lhes são repassados. Eles não vão exigir uma fundamentação e uma demonstração de todos os dados. Há uma aceitação voluntária, incondicional, e tida como certa. Também, a iniciação científica não pode ser simplesmente reduzida a um aprendizado de regras. Na educação científica haverá o aprendizado de um conjunto de regras, mas haverá também uma consolidação de compromissos entre os membros da comunidade que extrapolam formulações lógicas. Assim, para ZIMAN (1979, p. 25),

O jovem cientista não estuda lógica formal, mas aprende, por imitação e experiência, uma série de convenções que personificam sólidas relações sociais. Em linguagem sociológica, ele aprende a fazer o seu papel num sistema em que o conhecimento é adquirido, testado e finalmente transformado em propriedade pública.

Dessa forma, concordamos com Dutra (2001, p. 145) quando ele afirma que seguir regras é um recurso localizado, que pode ser empregado no processo de modelagem

do comportamento. Assim, “as regras criam contextos de ação segura ou *eficiente*⁴⁵, nos quais evitamos o mau funcionamento das máquinas, assim como, em outros, somos capazes de evitar as conseqüências indesejáveis ou desastrosas de nossa ação”. As regras seriam entendidas como uma forma econômica, rápida e eficaz de aprendizado, pois é uma síntese de um conjunto de contingências já vividas pelos profissionais de determinada área. Através das regras, os cientistas não precisam ser expostos novamente às mesmas contingências. Assim, “os indivíduos que seguem uma regra se comportam basicamente da mesma maneira que os indivíduos que, uma vez submetidos a determinadas contingências do reforço, desenvolveram certo repertório, consolidado na regra” (Idem).

Mas, para Kuhn, um paradigma não pode ser totalmente traduzido em um sistema de regras. As regras são apenas um dos elementos que compõem a noção de paradigma e que auxiliam também na formação de novos cientistas. Mas é

O estudo dos paradigmas [...] que prepara basicamente o estudante para ser membro da comunidade científica determinada na qual atuará mais tarde. Uma vez que ali o estudante reúne-se a homens que aprenderam as bases de seu campo de estudo a partir dos mesmos modelos concretos, sua prática subsequente raramente irá provocar desacordo declarado sobre pontos fundamentais. Homens cuja pesquisa está baseada em paradigmas compartilhados estão comprometidos com as mesmas regras e padrões para a prática científica. Esse comprometimento e o consenso aparente que produz são pré-requisitos para a ciência normal, isto é, para a gênese e a continuação de uma tradição de pesquisa determinada (1978, p. 30).

A educação científica apresenta-se como um instrumento que busca claramente maximizar o consenso em uma comunidade científica e minimizar ao máximo as divergências de idéias e de concepções em tal comunidade. Contudo, a educação científica nas ciências naturais não tem por finalidade tornar os sujeitos críticos⁴⁶, mas como diz

⁴⁵ Grifo do autor.

⁴⁶ Contrariando a concepção de Lacey (1998, p. 139), segundo a qual “a tarefa da educação científica é também desenvolver a *autoconsciência crítica* sobre o caráter da atividade científica e de suas aplicações e sobre as escolhas com as quais se defrontam seus participantes responsáveis”.

ZIMAN (1979, p. 85), “anos de estudos devem deixar sua marca do intelecto e no espírito do estudante, tornando-o dócil e pronto a aceitar o que lhe for ensinado, ao invés de agressivo e contestador”. Contudo, Ziman enfatiza que esse consenso pregado pela iniciação científica não pode ser transformado em ortodoxia, pois o estudante deve estar familiarizado com o desenvolvimento científico de sua época, mas também deve se mostrar preparado para perceber suas irregularidades e criticá-lo. Já, para Fleck (1986, p. 31),

A introdução em um campo do conhecimento é mais uma doutrinação do que um estímulo ao pensamento crítico. O tempo de aprendizagem – na ciência como na indústria, na arte ou na religião – se caracteriza por uma sugestão de idéias puramente autoritárias. Toda introdução didática é, por tanto, um ‘trazer para dentro’, uma suave conversão.

Através da iniciação científica o jovem aprendiz passa a ver, compreender e interpretar o mundo de uma forma diferenciada. Suas reações, expectativas e crenças começam a mudar de acordo com esse aprendizado. Vários fenômenos que lhe pareciam estranhos passam a adquirir significado. O jovem cientista precisa aprender a fazer ciência do modo que ele fora treinado. Assim, para Kuhn (1979c, p.77),

Os cientistas são *treinados* para funcionar como solucionadores de *puzzles* dentro de regras estabelecidas, mas são também *ensinados* a considerarem-se eles próprios como exploradores e inventores que não conhecem outras regras além das ditadas pela natureza. O resultado é a aquisição de uma tensão, em que parte ao nível da comunidade, entre habilitações profissionais de um lado e a ideologia profissional do outro.

Passa a existir então uma “*tensão*

ac6(d.7ã)5.6(indiv)-5.1(a c)4(u)0.5(u)05.1-5.1(tadoe)4.5rd.a)5.6(te

indivíduos e quais funções pertencem à comunidade científica. Kuhn (1959, p. 278) enfatiza que:

Dentro do grupo, alguns indivíduos podem ser mais tradicionalistas, outros mais iconoclastas, e suas contribuições podem diferir de acordo com isso. Todavia, a educação, as normas institucionais e a natureza do trabalho a ser feito, inevitavelmente, vão se combinar para assegurar que todos os membros do grupo vão, em maior ou menor medida, ser impulsionados em ambas as direções.

Percebe-se então que a comunidade científica institucionalizada procura monopolizar a atividade científica, mas não anula a individualidade de cada membro da comunidade. Segundo DUTRA (2005, p. 24),

Um cientista isolado não pode fazer ciência, mas apenas a faz no ambiente criado pela comunidade científica. Por outro lado, vimos também como Kuhn critica aquelas teorias sociais que atribuem ao grupo propriedades que só fazem sentido como características de indivíduos. Só o cientista possui uma mente, toma decisões e possui representações (mentais) da natureza. O conflito viria exatamente da necessidade, por um lado, de reconhecer o papel que a comunidade exerce na pesquisa do indivíduo, como uma fonte permanente de estímulos (sobretudo verbais), e, por outro, da impossibilidade de atribuir os aspectos cognitivos à comunidade a não ser em um sentido meramente metafórico. Embora um cientista isolado não faça ciência, é ele que investiga e conhece a natureza, e, portanto, faz ciência, e não a comunidade a que ele pertence.

O processo de iniciação científica é um artefato utilizado pela comunidade científica para trazer junto à comunidade novos profissionais. Nesse processo os jovens

profissionais começam a aprender uma nova linguagem e novos termos como: “célula”, “movimento”, “energia elementar”, entre outros⁴⁷. Segundo Dutra (2000, p. 117),

Aprender não é um processo de pura e simplesmente receber uma informação. Pois a informação recebida é recebida enquanto tal na medida em que o indivíduo a incorpora em seus conhecimentos. Ouvir uma palavra na língua estrangeira que desconhecemos completamente não nos traz informação alguma. E ouvir uma palavra em língua conhecida traz informação porque temos como incorporar isso a nosso conhecimento. O caso em que aprendemos uma palavra nova mostra claramente como aprender é investigar.

O aprendizado de uma nova linguagem depende, então, de um processo de investigação, através do qual o jovem cientista começará a entender os termos, leis, conceitos e teorias que guiam a prática científica de determinada comunidade. O jovem cientista terá aprendido determinada teoria quando souber empregar corretamente os termos de sua linguagem.

Segundo Kuhn (2000, p. 31), o estudante aprende então o que esses termos significam, que elementos são essenciais na constituição de sua natureza e, também, o que não pode ser dito a respeito desses elementos sob pena de cair em contradição. O estudante passa a entender quais são as categorias que compõem o mundo, quais são seus elementos salientes e alguns aspectos associados ao comportamento de tais elementos.

Sendo assim, conhecer o que uma palavra significa é conhecer como usá-la para se comunicar com outros membros de uma comunidade lingüística na qual ela se encontra em vigência. O jovem necessita aprender as expressões, os conceitos, leis e teorias que governam a atividade científica, para que com isso, ele consiga se comunicar com os demais profissionais da comunidade científica. Sem o aprendizado do paradigma várias atividades praticadas na comunidade científica podem lhe parecer estranhas e misteriosas.

⁴⁷ Fleck (1986, p. 100) sabiamente enfatiza que “as palavras não possuem em si mesmas um significado fixo, elas adquirem um sentido mais exato somente num contexto, isto é, dentro de um campo de pensamento. Essa combinação do significado das palavras somente pode ser percebida através de uma introdução, seja está, histórica ou teórica”.

Destarte, o aprendizado das palavras, dos conceitos se dá, concomitantemente, com o conhecimento e com a investigação da natureza. O aprendizado de determinados termos lingüísticos vem associado ao conhecimento da natureza que é expressa por tais termos. Desse modo, a linguagem⁴⁸ passa a ser entendida como um instrumento ordenador do mundo científico, um instrumento que classifica e define as dimensões através das quais os conceitos poderão ser compreendidos e investigados.

O processo de iniciação científica é um processo longo e complexo. Ziman (1996, p. 171) diz que “não podemos acelerar tal processo, aprendendo de cor os fatos e teorias científicas, memorizando-os a granel como se faria com o vocabulário de uma língua estrangeira ou com um mapa de algum país distante”. Assim, a educação científica não é uma mera doutrinação do tipo teológica ou ideológica. Necessita-se de muita calma e paciência no processo educativo, pois muitos conceitos científicos somente se tornam claros, evidentes quando forem empregados na prática pelo próprio aprendiz. De nada adiante o aprendiz ter memorizado uma fórmula matemática se no momento de solucionar um problema prático ele não souber aplicá-la. Como diz Selley (1986, p. 128), “não se pode esperar que os alunos reconheçam imediatamente e espontaneamente, a verdade e a utilidade de uma teoria e/ou modelo que eles estão entrando em contato num primeiro momento”.

No capítulo anterior, comentamos que Kuhn sofreu várias influências de Fleck e Polanyi. Agora, vamos reconstruir um exemplo de Polanyi para podermos compreender melhor a concepção de Kuhn referente à educação científica. Polanyi ilustra bem sua posição através da seguinte situação:

Pensemos num estudante de medicina fazendo um curso de diagnósticos de doenças pulmonares por raios-X. Ele vê, numa sala escura, traços sombreados sobre uma tela fluorescente colocada contra o peito de um paciente, e ouve o radiologista comentando com seus assistentes, em linguagem técnica, as características significativas dessas sombras. Primeiramente, o estudante fica completamente intrigado, pois ele consegue ver no quadro de raios-X umas

⁴⁸ Discussão sobre a linguagem ver Kuhn (1983) e (2000).

poucas nódoas entre elas. Os peritos parecem estar romanceando sobre invenções de sua imaginação; ele não consegue ver nada do que estão falando. Então, conforme continua ouvindo durante algumas semanas, olhando cuidadosamente os quadros sempre novos e diferentes, certa compreensão vai ocorrendo; ele vai gradualmente esquecendo as costelas e começando a ver os pulmões. E, eventualmente, se perseverar com inteligência, um rico panorama de detalhes significativos lhe será revelado: de variações fisiológicas e mudanças patológicas, de cicatrizes, de infecções crônicas e sinais de moléstia aguda. Ele entrou num mundo novo. Ainda vê apenas uma fração do que os peritos podem ver, mas os quadros estão agora definitivamente fazendo sentido, assim como a maioria dos comentários feitos sobre eles (1973, p. 101).

O cenário, imaginário ou não, descrito por Polanyi da relação do jovem aprendiz das artes médicas com as placas escuras de raios-X, é um exemplo simples e bastante ilustrativo para explicar a importância que a educação exerce sobre a atividade profissional. Qualquer pessoa não-iniciada em determinada especialidade vai ter inúmeras dificuldades em entender o que se passa num contexto alheio. Num primeiro momento, o aprendiz não consegue compreender e interpretar todos os registros contidos na placa de raios-X, mas as dificuldades de interpretação e de compreensão não desaparecem gradativamente, pois à medida que ele aprende determinado “modelo”, consegue estabelecer uma série de conexões e paralelismos com possíveis fenômenos que irão aparecer, ou que estão aparecendo nas placas de raios-X.

Com o passar do tempo, o jovem aprendiz passará a interpretar as gravuras que aparecem nas placas de raios-X com a mesma precisão com que tinham seus mestres e instrutores anteriormente⁴⁹. Kuhn explica esse fenômeno dizendo que o jovem aprendiz, pouco a pouco, foi aprendendo o novo paradigma e com isso desenvolveu a técnica e a habilidade para fazer juízos e análises dos fenômenos de uma forma muito semelhante a

⁴⁹ Para Polanyi (1969, p. 55), “A grande quantidade de tempo que os estudantes de química, biologia e medicina passam em seus cursos práticos mostra como essas ciências se baseiam, ainda, muito na transmissão de técnicas e experiências do mestre para o aprendiz. É uma demonstração impressionável da medida em que a arte do saber continua não-especificável no próprio coração da ciência”.

todos os demais profissionais de sua área. Acontecimentos e objetos que antes das instruções pareciam sem significado, ou nem eram vistos, agora passaram a ter significado e fazem parte de seu panorama de trabalho. Na *Estrutura*, Kuhn (1978, p. 146) expõe que:

[...] ao olhar uma fotografia da câmara de Wilson, o estudante vê linhas interrompidas e confusas; o físico um registro de eventos sub-nucleares que lhe são familiares. Somente após várias dessas transformações de visão é que o estudante se torna um habitante do mundo do cientista, vendo o que o cientista vê e respondendo como o cientista responde. Contudo, este mundo no qual o estudante penetra não está fixado de uma vez por todas, seja pela natureza do meio ambiente, seja pela ciência. Em vez disso, ele é determinado conjuntamente pelo meio ambiente e pela tradição específica de ciência normal na qual o estudante foi treinado.

Na *Estrutura*, Kuhn argumenta que a iniciação científica está vinculada de uma forma mais direta ao período de ciência normal⁵⁰, pois é justamente neste período que a atividade científica se desenvolve com uma maior regularidade. A atividade científica, no período de ciência normal, é basicamente marcada pela continuidade dos trabalhos, sem grandes mudanças ou rupturas. A principal preocupação dos cientistas, nesse período, é fazer a atualização das promessas do paradigma, aumentando o alcance e precisão do próprio paradigma, encaixando perfeitamente as peças do quebra-cabeça. À medida que o cientista está se empenhando em solucionar os problemas, o jovem aprendiz, que está a seu lado, também vai aprendendo alguns procedimentos específicos dessa atividade.

Hoyningen-Huene (1993) diz de uma forma bastante convincente o papel e a importância que a educação científica exerce em uma comunidade científica. Para ele, é a educação científica que caracteriza os diferentes tipos de comunidade científica. Sendo assim, uma comunidade científica não é determinada por fatores externos, sociais, econômicos e políticos, mas pelos cânones que estabelecem uma identidade para a

⁵⁰ Kuhn (2000) diz que a duração da ciência normal pode ir até o momento em que uma comunidade científica consegue manter o mesmo vocabulário. Ou seja, na ciência normal, pode haver mudanças e progressos, mas essas mudanças não podem ser tão profundas a ponto de dar uma nova caracterização à atividade científica.

comunidade científica. Os fatores externos como os sociais, econômicos e políticos podem, de uma forma direta ou indireta, apresentar alguma influência na comunidade científica, mas sua identidade institucional não será delimitada por esses fatores. Hoyningen-Huene (1993) também enfatiza que, através desse isolamento, e, poderíamos também chamar de distanciamento, de aspectos sociais, econômicos e políticos, uma comunidade científica adquire características próprias. Entre elas poderíamos destacar:

- Um vocabulário e certas técnicas que são inacessíveis para outras pessoas que não fazem parte desta comunidade;
- A comunicação entre os membros da mesma comunidade científica é dirigida a membros da mesma comunidade;
- Somente membros da mesma comunidade são aceitos como capazes de avaliar a qualidade de trabalhos científicos;
- Compromissos com os problemas da ciência normal são pré-estabelecidos nos objetivos no interior da própria ciência. (HOYNINGEN-HUENE, 1993, p. 180).

Somente através de uma iniciação científica é que o aprendiz conseguirá entender realmente quais são os procedimentos que devem ser utilizados para a resolução de determinado problema. Novamente, torna-se evidente que é através da iniciação científica que o aprendiz adquire a habilitação (capacitação) para fazer ciência.

Nesse período de iniciação científica (dada junto a uma comunidade científica), os cientistas irão construir (desenvolver) um “comportamento profissional”. Falamos na construção de um “comportamento profissional”, pois os cientistas irão abandonar algumas crenças particulares que foram adquiridas através da história particular de cada profissional, como também, através das experiências de trabalhos realizadas em outras áreas de pesquisa, em nome de um consenso grupal⁵¹. Essa tentativa de chegar a um consenso, a uma

⁵¹ Para Ziman (1979, p. 89), “A educação proporciona ao estudante uma base dos conhecimentos que fazer parte do consenso, o que o coloca, intelectualmente, em pé de igualdade com os outros cientistas e lhe permite, por sua vez, contribuir para o acervo comunitário”.

uniformidade de juízos, somente é possível, argumenta Kuhn (2000, p.109), graças à incorporação da mesma literatura dos profissionais de determinada comunidade científica.

Desse modo, o “comportamento profissional”, moldado pela iniciação científica, tende à generalização dos juízos de uma comunidade científica. Claro que isso nem sempre é uma atividade simples. Conforme argumenta Kuhn (1973), quando os cientistas têm de escolher entre teorias rivais, dois homens comprometidos completamente com a mesma lista de critérios para a escolha podem chegar a conclusões diferentes. Assim, “não somente Kuhn admite uma variação de interpretações dos valores epistêmicos, mas também julgamentos diferentes desses valores em situações concretas de aplicação, sendo que esses valores podem ser considerados de um modo diferente por indivíduos diferentes” (KAUFMANN, 1998, p. 15).

Essas divergências entre os cientistas podem estar fundamentadas nas diferentes interpretações que são dadas a cada critério. Os critérios que orientariam a escolha entre diferentes teorias seriam compartilhados pelos membros de uma comunidade científica. Porém, esses critérios não funcionam como regras objetivas, mas como valores subjetivos. Kuhn (1973) trabalha com valores cognitivos, incluindo a precisão, a simplicidade, a consistência, a abrangência explicativa, o poder de previsão, e a fecundidade em resolver quebra-cabeças e gerar outros novos. Os cientistas podem ter diferentes convicções a respeito do campo de aplicação de cada critério⁵². Às vezes, a exatidão parece ser um excelente critério para a escolha de uma teoria, mas outros cientistas preferem optar por uma teoria mais simples. Contudo, esses critérios que orientam a escolha das teorias em Kuhn não são unânimes; em outras palavras, eles podem não apontar para a mesma direção.

Mas, na maioria das vezes, grande parte dessas dificuldades pode ser suprimida através da iniciação científica e pelo treinamento profissional. Para Lacey (1998, p. 173), “uma teoria é escolhida quando há consenso na comunidade, sustentado ao longo de extensa discussão crítica, de que, dentre as estruturas ordenadas de valores cognitivos, a preferida é adequadamente expressa na teoria”.

⁵² Cf. LACEY, 1998.

2.2 - O aprendiz e a literatura científica

Kuhn não tem preocupação de traçar cânones metodológicos para a prática científica. Ele, por outro lado, enfatiza que o jovem aspirante à atividade científica precisa adquirir uma sólida rede de compromissos ou adesões – conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais – para poder ser um membro efetivo de uma comunidade científica.

No processo de iniciação científica o jovem aprendiz conta com um importante instrumento, a saber, os manuais⁵³. Os manuais são instrumentos indispensáveis desenvolvidos pelos membros de uma comunidade científica, e têm como principal finalidade auxiliar no processo de iniciação científica. Os manuais podem ser entendidos aqui como livros que são escritos tendo o propósito de facilitar o entendimento e a aprendizagem de determinado assunto. Contudo, para Kuhn, os manuais tendem a perpetuar a ciência normal, pois se referem constantemente a um corpo já articulado de problemas, dados e teorias, e não visam estabelecer uma mudança na forma de solucionar determinados problemas.

Geralmente, a linguagem que é utilizada nos manuais é uma linguagem mais simples, de fácil entendimento. Os manuais visam explorar também vários exemplos nas mais diferentes esferas, fazendo com que o aprendiz tenha facilidade em aprender determinado assunto⁵⁴. Cabe ressaltar que os manuais são um dos principais instrumentos didático-pedagógicos que auxiliam no aprendizado das ciências, embora os únicos⁵⁵.

Na Música, nas Artes Gráficas e na Literatura, o profissional adquire sua educação ao ser exposto aos trabalhos de outros artistas, sendo que os manuais acabam tendo um papel secundário no processo de educação. Nos cursos de História, Filosofia e nas Ciências Sociais, os manuais passam a desempenhar um papel mais interessante, mas sempre relacionando apontamentos ou leituras paralelas aos “clássicos” das respectivas áreas. Já, porém, para Kuhn (1978, p. 207),

⁵³ Vamos utilizar a expressão “manuais” como sinônimo de “livro-texto” e “livro-didático”.

⁵⁴ Nas palavras de Dutra (2000, p. 90): “nos livros-texto, estão descritos os exemplares, cujo conhecimento deve levar o candidato a cientista a se tornar também um solucionador de problemas”.

⁵⁵ Ver DUTRA. *Kuhn e a filosofia da educação*. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~fil/textos.htm>. Acesso em: 13 maio 2005.

[...] nas ciências da natureza contemporâneas os estudantes fiam-se principalmente nos manuais, até iniciar sua própria pesquisa, no terceiro ou quarto ano de trabalho graduado. Muitos currículos científicos nem sequer exigem que os alunos de pós-graduação leiam livros que não foram escritos especialmente para estudantes. Os poucos que exigem leituras suplementares de monografias e artigos de pesquisa restringem tais tarefas aos cursos mais avançados, e as leituras que desenvolvem os assuntos tratados nos manuais. Até os últimos estágios da educação de um cientista, os manuais substituem sistematicamente a literatura científica da qual derivam.

Kuhn parece já ter nos persuadido da importância que os manuais possuem na iniciação científica e no próprio desenvolvimento científico. Mas se perguntarmos: como surgem os manuais? Como se dá a eleição dos assuntos que devem estar contidos nesses manuais? Na *Estrutura* Kuhn apresenta-nos alguns indícios, enfatizando que é uma comunidade científica que elabora seus manuais. Essa parece ser uma resposta parcial. Quem nos apresenta uma explicação mais satisfatória do surgimento dos manuais é Fleck. Para ele os manuais não são simplesmente uma coleção de trabalhos de revista, até mesmo porque muitos desses trabalhos são contraditórios. Também, qualquer pessoa que dispusesse de recursos financeiros poderia efetuar observações, levantar hipóteses e teorizar a respeito do problema, lançando suas idéias como científicas. Outro aspecto seria que os assuntos contidos nas coleções científicas são extremamente amplos, distanciando-se dos propósitos e das pretensões dos manuais que é proporcionar um sistema fechado. Segundo Fleck (1986, p. 167),

Um manual surge a partir dos trabalhos individuais como um mosaico a partir de numerosas pedras coloridas: através de uma escolha e de uma combinação ordenada. O plano ou programa, conforme se fez à escolha e composição, formará a linha programática da investigação posterior: esse plano ou programa decide o que deve ser tomado como conceito básico, que métodos devem ser admitidos,

quais direções parecem mais prometedoras, que investigações devem ser selecionadas para posições proeminentes e quais devem ser relegadas ao esquecimento.

Desse modo, tanto para Kuhn quanto para Fleck, os manuais passam a delimitar o campo investigativo de cada área.

Por outro lado, também devemos argüir que vários manuais podem apresentar uma visão parcial ou deturpada a respeito de determinado assunto, pois os manuais podem ser entendidos como um tipo de síntese de determinado conteúdo ou de determinada disciplina, mas em alguns casos, esses trabalhos podem ser elaborados de forma fragmentada, deixando de lado aspectos importantíssimos de determinada teoria. Feyerabend (1989, p. 337) comenta:

Lakatos se preocupa com a poluição intelectual. Participo dessa preocupação. Livros chãos e vazios inundam o mercado, palavreado penetrado de termos estranhos e esotéricos pretende expressar entrevisões profundas, ‘especialistas’, sem inteligência e sem caráter e sem traços de índole intelectual, estilística e emocional, falam-nos acerca de nossa ‘condição’ e dos meios de aperfeiçoá-la e não pregam apenas para nós, que podemos perceber que são, mas, deixados livres, pregam para nossos filhos e têm permissão de arrastá-los para a sua miséria intelectual. ‘Professores’, recorrendo a graus e ao temor da reprovação, moldam o cérebro dos jovens até que estes percam a última dose de imaginação que hajam possuído. A situação é desastrosa e de correção difícil.

Kuhn também olha com certa cautela a utilização dos manuais científicos, pois, geralmente, a narração histórica que está contida nesses manuais oferece uma noção de um progresso cumulativo da ciência. Precisamos entender e interpretar que na ciência existem períodos de crises, incertezas e de revoluções científicas, diz Kuhn.

Percebe-se, dessa maneira, a necessidade de avaliar e classificar quais são os manuais mais recomendados para orientar a iniciação científica de determinada área. Esses

manuais deverão ser, necessariamente, atualizados; devem reconstruir fielmente a teoria que estão explicando, devem evitar contradições e serem mais simples do que os livros “clássicos”.

Kuhn (1959) discorre de uma forma marcante sobre a natureza da educação científica. Como dissemos há pouco, existem algumas diferenças significativas entre as várias ciências (química, física, biologia) e entre as abordagens que são dadas a essas ciências pelas diferentes instituições educacionais. Mas, no geral, a característica mais marcante desta educação é que, na maioria das vezes, é feita a partir de manuais. Diz Kuhn (1959, p. 279): “é comum que os estudantes licenciados e pós-graduados de química, física, astronomia, geologia ou biologia adquiram a substância dos campos a partir de livros escritos especialmente para estudantes”.

Sendo assim, continua Kuhn, nem os próprios estudantes de ciências são encorajados a ler os livros clássicos e históricos de suas próprias áreas. Por um lado, isso se constitui numa grande perda, pois através dos estudos desses clássicos poderiam descobrir outras maneiras de olhar os problemas que são apresentados nos seus livros-texto. Por outro lado, encontrariam muitos problemas, conceitos e padrões de solução, que as futuras profissões há muito descartaram e substituíram, seriam ressuscitados e demandariam novos estudos e novas investigações.

Como já foi dito, diferentes manuais podem apresentar abordagens distintas para determinada área problemática. Contudo, os manuais contêm algumas características que lhe são essenciais, e fazem deles um instrumento adequado para o aprendizado científico. Para Kuhn (1959, p. 280),

[...] os livros de textos científicos não descrevem as classes de problemas que se podem pedir ao profissional para resolver, nem a variedade de técnicas disponíveis para a sua solução. Em vez disso, estes livros exibem soluções de problemas concretos que a profissão acabou por aceitar como paradigmas e então pedem ao estudante, que quer com lápis e papel quer no laboratório, para resolver por si próprio problemas muito parecidos, tanto no método como na substância, como os contidos no livro de texto ou abordados na lição.

No texto, “Tensão Essencial: tradição e inovação na investigação científica”, Kuhn explora vários aspectos de uma teoria educacional. Ele afirma que todos nós concordamos que os estudantes devem começar por aprender um bom bocado do que já se sabe, mas também esperamos, insistimos e cobramos que a educação lhes deve dar muito mais. Julgamos que os estudantes devam aprender a reconhecer e avaliar problemas que ainda não tenham nenhuma solução assegurada; os estudantes devem aprender técnicas para poder abordar certos problemas que emergirão somente no futuro. A educação científica proporciona ao aprendiz a possibilidade de buscar a solução dos problemas futuros empregando analogias dos outros problemas que já foram solucionados e encontram-se exemplificados nos manais de iniciação científica.

Kuhn (1959) destacou dois aspectos importantes que dizem respeito à educação científica: no primeiro, ele diz que a educação nas ciências naturais parece que ficou completamente incólume à sua própria existência, sendo que continua sendo ensinada de uma forma dogmática em uma tradição pré-estabelecida onde o estudante não está equipado para avaliar. No segundo aspecto, Kuhn relata que, em alguns momentos que houve uma preocupação com a aprendizagem, os resultados gerados foram de grandes proporções.

Os aspirantes a cientistas, no processo de iniciação científica, irão incorporar a mesma literatura que guia e orienta o restante da comunidade científica. Para Kuhn (1964, p. 317),

[...] o desenvolvimento de uma especialidade científica madura é normalmente determinada em grande medida pelo corpo estreitamente integrado de conceitos, leis, teorias, e técnicas instrumentais, que o especialista adquire na educação profissional. Esse edifício, testado pelo tempo, de crenças e expectativas diz-lhe como é o mundo e, simultaneamente, define os problemas que ainda exigem atenção profissional. São esses problemas que, quando resolvidos, alargarão a precisão e o alcance da adaptação entre a crença existente, por um lado, e a observação da natureza, por outro.

Desse modo, faz-se necessário enfatizar que a iniciação científica se dá no período de ciência normal, período de certa tranquilidade na comunidade científica, onde os

cientistas buscam aumentar o alcance e a precisão de uma teoria. Os aprendizes irão aprender um “modelo” de solucionar problemas e, em virtude de seu treino e experiências comuns, devem ser vistos como os únicos conhecedores das regras do jogo.

Contudo, a iniciação científica é uma atividade sistemática, pois exige empenho tanto do aprendiz quanto dos membros de uma comunidade científica responsáveis pelo ensino e pela adesão de novos membros. Mas, cabe a quem ensinar o jovem cientista? Quem teria as condições necessárias para ensinar o ofício das ciências? Para Kuhn, somente os cientistas que possuem um conhecimento seguro sobre determinada área poderiam ensinar esse ofício para outras pessoas. No caso das ciências, somente os cientistas envolvidos e comprometidos com o paradigma por um longo período teriam essa autoridade de ensinar.

Entretanto, para Ziman (1979, p. 86-87), a educação científica e o próprio aprendizado vão alterando as relações entre o mestre que ensina e o jovem aprendiz. Assim,

As relações sociais entre o aluno e o professor também mudam. Deixando de ser, como um aprendiz, deliberadamente subordinado ao mestre, cujas idéias deve apreender, o estudante deve tornar-se independente, auto-suficiente – enfim, um colega.

Na iniciação científica o jovem aprendiz começa a compreender como se dá o desenvolvimento científico comunitário. É nesse instante que se descobre a importância de ter acesso a uma boa literatura científica. Pois, “o trabalho, quando publicado, não constitui uma simples exposição a respeito da forma como se desenvolveu a pesquisa; é um documento muito mais elaborado, em que as observações e deduções lógicas são apresentadas com o máximo de precisão e clareza” (ZIMAN, 1979, p. 49). Assim, grande parte do conhecimento obtido pelo aprendiz é fruto da leitura e da reflexão sobre as experiências de outros autores. Não se faz necessário reproduzir todas as experiências que já foram elaboradas há algum tempo atrás. Ziman argumenta ainda que “redescobrir, simplesmente, resultados de investigações já publicados é considerado uma atividade banal e pouco estimulante” (idem).

Contudo, Kuhn (1978, p. 175) mostra que os manuais são veículos pedagógicos destinados a perpetuar a ciência normal e que acabam apresentando um desenvolvimento histórico altamente cumulativo. Assim,

Por razões ao mesmo tempo óbvias e muito funcionais e muito funcionais, os manuais científicos (e muitas das antigas histórias da ciência) referem-se somente àquelas partes do trabalho de antigos cientistas que podem facilmente ser consideradas como contribuições ao enunciado e à solução dos problemas apresentados pelo paradigma dos manuais. Em parte por seleção e em parte por distorção, os cientistas de épocas anteriores são implicitamente representados como se estivessem trabalhando sobre o mesmo conjunto de problemas fixos e utilizado o mesmo conjunto de cânones estáveis que a revolução mais recente em teoria e metodologia científica fez parecer científico.

Destarte, a descrição referente ao processo histórico do desenvolvimento científico não fica totalmente contemplada. Esse relato retira, exclui os períodos de anomalias, crises e incertezas que se fazem presente também no campo científico. Como não podemos voltar no tempo ou retornar a uma era intelectual anterior, os cientistas trabalham com relatórios que foram escritos e que relatam o cenário de tais acontecimentos.

Mas, como o processo de desenvolvimento científico não é estritamente cumulativo, após cada revolução científica, faz-se necessária uma re-elaboração dos manuais e dos livros textos.

Assim, quando há revoluções científicas, muitos dos velhos manuais deveriam ser “queimados”, abandonados, pois neles há informações incompletas, que não contemplam o atual estágio de desenvolvimento científico. Com frequência, vários desses livros não são destruídos e acabam formando um acervo científico, também denominado de biblioteca científica. Para Ziman (1979, p. 116),

Uma biblioteca científica não é, primordialmente, uma pedreira ou uma fábrica, e sim um “armazém”. É a “memória”, na qual cada item está continuamente sendo

reescrito na medida em que novos resultados são trazidos a ela. Embora, numa grande biblioteca científica, as pilhas de volumes na verdade possam fornecer material para um historiador, não é essa a principal função. Quando consulta um artigo num número atrasado de uma revista científica, o cientista não está querendo saber o que o autor pensava naquela época determinada; o que procura saber é o que ele próprio deverá pensar agora sobre o assunto.

Nas bibliotecas estão armazenadas informações e dados que se põem à disposição dos cientistas a todo o momento. Mas, eles não reconstruirão todos os experimentos que já demonstraram ter sucesso. Segundo Kuhn, os profissionais das ciências naturais não são encorajados a vasculhar de modo acintoso esses materiais. Já, os estudantes das ciências humanas são constantemente estimulados a investigar a tradição de pensamento contidas nesses livros. Para Kuhn (1979c, p. 59-60),

Nas ciências maduras parece não existir uma função equivalente à de um museu de arte ou uma biblioteca de clássicos. Os cientistas sabem quando é que os livros, e mesmo os jornais científicos estão ultrapassados. Embora não os destruam, eles os transferem, como qualquer historiador da ciência pode testemunhar, das bibliotecas ativas da especialidade para o nunca usado depósito geral da universidade. As obras atualizadas que vieram tomar o seu lugar são tudo o que o progresso da ciência exige.

Assim, ao falar de uma literatura científica, poderíamos fazer a diferenciação entre as obras esotéricas e as obras de divulgação científica (exotéricas). As obras esotéricas são instrumentos técnicos, que exploram pontos e assuntos bastante específicos, e são, em grande parte, ininteligíveis a um público leigo. Têm com finalidade apresentar e fundamentar uma teoria perante uma comunidade científica que possui instrumentos e técnicas para analisá-la e criticá-la profundamente. Neste padrão literário encontram-se inúmeras revistas científicas das mais diversas áreas, que são utilizadas em cursos de pós-graduação como instrumentos de investigação e pesquisa.

Dessa forma, nessa primeira parte do capítulo, apontamos alguns aspectos que estão vinculados ao processo de iniciação científica descrito por Kuhn. Nessa parte, ficamos basicamente restritos ao período de ciência normal onde há certa tranquilidade na prática científica. O modelo de educação descrito anteriormente abrange basicamente aquelas pessoas que estão tendo seu primeiro contato com a atividade científica. Contudo, gostaríamos de enfatizar as mudanças e as dificuldades que os cientistas já iniciados têm de aceitar um novo paradigma.

2.3 - A conversão para o novo paradigma

Quando ocorre uma revolução científica, muitos cientistas decidem abraçar de imediato o novo paradigma devido à promessa de resolução dos problemas que é apresentada por ele. Outros, contudo, demonstram-se mais céticos à proposta de trabalho apresentada pelo novo paradigma. E por fim, há aqueles cientistas que ignoram completamente a nova proposta achando-a sem fundamento.

Para Kuhn (1978), as mudanças de paradigmas levam realmente os cientistas a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente. Kuhn utiliza a metáfora de que após uma revolução científica os cientistas seriam transportados a um novo planeta e reagiriam de uma forma completamente diferente. Segundo Dutra (2001, p 149),

Forçosamente, o comportamento dos cientistas tem de mudar, em função desse *novo ambiente*⁵⁶. O mesmo cientista, visto em dois momentos diferentes de sua vida, antes e depois da troca de paradigma, é como alguém que apresenta o fenômeno da múltipla personalidade. No *ambiente* do novo paradigma, ele se comporta de modo incompatível com o modo como se comportava antes.

⁵⁶ Grifos do autor.

Isso ocorre justamente porque o cientista aprende a ver o mundo a partir do novo paradigma aceito. Assim, com a mudança de paradigmas acaba mudando a forma de ver e entender o próprio mundo. Contudo, acreditamos que o mundo físico seja único. Acreditamos que a metáfora utilizada por Kuhn (1978, p 144) “após uma revolução os cientistas reagem a mundo diferente” não seja totalmente equivocada, mas deve ser vista e analisada com ressalvas. O mundo dos fenômenos vai permanecer o mesmo. Os acontecimentos vão continuar a ocorrer da mesma forma, mas passarão a ter uma interpretação diferenciada. A grande “inovação” ou o grande progresso está vinculado ao novo significado que será atribuído a esses fenômenos. São praticamente as mesmas peças de um quebra-cabeça, contendo alguns encaixes diferenciados, mas sendo enquadradas em uma moldura completamente diferente.

A mudança de paradigma, através de uma revolução científica, passa a ser entendida como uma possível revolução lingüística, pois no novo paradigma, palavras do tipo “massa”, “força”, “planeta”, “estrela”, passam a receber um novo significado. A partir de uma revolução científica pode ocorrer um re-ordenamento de dados e, a partir daí, os termos podem adquirir novos significados. Por exemplo, os termos “planeta” e “estrela” agora passam a classificar os objetos do universo celestial de uma forma muito diferente daquela que era apresentada e utilizada antes de Copérnico.

A transição do antigo paradigma para um novo paradigma, segundo Kuhn (1978), não pode jamais ser resolvido de forma inequívoca, empregando tão somente a Lógica e os experimentos. Isso se deve ao fato de que muitos paradigmas entram em conflito com seus predecessores. Não é possível percorrer o traçado da revolução científica através de uma análise lógica. Mas, então, o que deve ser feito? Quais seriam os melhores instrumentos que seriam capazes de mostrar para os cientistas que eles precisam aderir ao novo paradigma?

Para explorar algumas características que podem vir a responder essas questões, poderíamos enfatizar o uso da retórica. Os cientistas necessitam ter uma excelente habilidade com as palavras para poder persuadir seus colegas de que aquela proposta apresentada pelo novo paradigma é realmente a mais eficaz para solucionar aqueles

problemas, naquele determinado momento. Alguns cientistas serão basicamente convertidos⁵⁷ ao novo paradigma. Para Kuhn (1978, p. 198),

É igualmente necessário que exista uma base para a fé no candidato específico escolhido, embora não precise ser, nem racional, nem correta. Deve haver algo que pelo menos faça alguns cientistas sentirem que a nova proposta está no caminho certo e em alguns casos somente considerações estéticas pessoais e inarticuladas podem realizar isso. Homens foram convertidos por essas considerações em épocas nas quais a maioria dos argumentos técnicos apontava noutra direção. Nem a teoria astronômica de Copérnico, nem a teoria da matemática de De Broglie possuíam muitos outros atrativos significativos quando foram apresentadas. Mesmo hoje a teoria geral de Einstein atrai adeptos principalmente por razões estéticas, atração essa que poucas pessoas estranhas à Matemática foram capazes de sentir.

Contudo, observa Kuhn (1978, p.199), “não queremos com isso sugerir que os novos paradigmas irão triunfar por razões ou motivações estéticas. Mas para que um paradigma possa triunfar, ele precisa conquistar alguns adeptos iniciais que o desenvolverão até o momento em que argumentos objetivos possam ser produzidos e multiplicados”. Nesse primeiro momento, os adeptos vão estabelecer um “cinto protetor” ao paradigma, protegendo-o de vários ataques.

Contudo, cabe ressaltar que não existe um único argumento que possa ou deva persuadir todos os membros, todos os cientistas provocando uma adesão em massa de um determinado paradigma. Ao contrário, para Kuhn (idem)

No início o novo candidato a paradigma poderá ter poucos adeptos e em determinadas ocasiões os motivos destes poderão ser considerados suspeitos.[...]

⁵⁷ Conversão essa que se assemelha até a um tipo de conversão religiosa, pois há uma mudança na forma de ver e compreender as coisas.

Na medida em que esse processo avança, se o paradigma estiver destinado a vencer sua luta, o número e a força de seus argumentos persuasivos aumentará.

Assim, a assimilação e a aceitação do novo paradigma não é um processo fácil. Pensemos, pois, que a teoria evolucionista proposta por Darwin não foi aceita em larga escala no princípio. Inúmeras foram às críticas e dúvidas atribuídas a tal teoria. Embora a teoria evolucionista fosse consistente e estivesse bem fundamentada, nos primórdios, ela não conseguiu um grande número de adeptos, pois os estudiosos de sua época eram adeptos de outra teoria. Pouco a pouco, novos cientistas, estudiosos e investigadores foram sendo convencidos da nova concepção, até chegar o momento da teoria evolucionista se tornar um paradigma, amplamente aceito pela comunidade científica formada, principalmente, pelos biólogos. Vários manuais da história da ciência relatam a dificuldade da aceitação do novo paradigma. A teoria geocêntrica de Copérnico, a teoria da gravitação universal de Newton e a teoria da Relatividade de Einstein emergiram em meio um universo conturbado, tumultuado onde suas idéias não eram as soberanas (as dominantes), mas apresentavam uma explicação alternativa para a interpretação e resolução de vários problemas. Somente com o passar do tempo é que muitas dessas teorias conseguiram se consolidar no universo científico.

Na maioria das vezes, os cientistas quando são guiados por um novo paradigma acabam adotando novos instrumentos que acabam orientando seu olhar para novas direções. À medida que os cientistas passam por um período revolucionário, eles começam a ver as coisas diferentemente. Para Kuhn (1978, p. 146), “nos períodos de revolução, quando a tradição científica normal 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”.

Temos que admitir que essa reeducação (ou assimilação do novo paradigma) é um processo árduo, pois os cientistas já estavam acostumados a solucionar os problemas de determinada maneira, utilizando todo um conjunto de instrumentos específicos. Agora, eles precisam aprender a resolver os problemas conforme o novo paradigma. Talvez a

reeducação seja um processo mais complexo e/ou tortuoso do que o aprendizado que é oferecido na iniciação científica.

Dessa forma, percebemos que a preocupação que Kuhn mantém com a iniciação científica e com a reeducação científica é de fundamental importância, pois os cientistas aprendem a fazer ciência de acordo com as propostas de trabalho que são apresentadas pelo paradigma. Sem um paradigma que dite as formas de trabalho e os caminhos que os cientistas podem trilhar, seria inconcebível uma atividade científica no modelo de Kuhn. A educação científica apresenta-se como uma importante ferramenta que passa a dar a habilitação para a atividade científica. Concordamos com Kuhn, quando ele analisa alguns aspectos da educação científica, dizendo que há praticamente dois grupos distintos de pessoas que são inseridas no novo paradigma. O primeiro grupo é dos principiantes que buscam iniciar sua carreira como pesquisadores. O segundo grupo é dos profissionais já formados que necessitam mudar sua forma de trabalho, abandonar algumas de suas técnicas e alguns de seus instrumentos.

2.4 – Aprender habilidades

Estamos argumentando que a iniciação científica projetada por Kuhn jamais pode ser reduzida simplesmente a um seguimento de regras. Em grande parte, essa postura de Kuhn foi herdada de Polanyi. Polanyi divulgou em seu livro *Personal Knowledge* que a prática científica é muito mais complexa do que seguir regras articuladas linguisticamente, mas o aprendizado de uma determinada área científica se dá através da inter-relação entre o saber prático e saber teórico. Para o cientista não basta apenas saber (conhecer) uma teoria ou o que significa uma teoria. Ele precisa saber usar aquela determinada teoria, ele deve desenvolver a capacidade de saber manipular a teoria.

Polanyi, no mesmo livro, estabelece alguns exemplos ilustrativos que ressaltam a importância do aprendizado prático, tácito (knowing how). O fato de aprender tocar piano não está estritamente vinculado a enunciados técnicos e teóricos a respeito de partituras musicais. Ser um excelente pianista depende muito mais da habilidade que é desenvolvida

no manuseio das teclas do piano. Ninguém aprende tocar piano somente através de um estudo teórico sobre partituras musicais. Faz-se necessário desenvolver certas habilidades através do treino repetitivo.

Do mesmo modo, ninguém se torna um excelente chefe de cozinha, conhecido nacional ou internacionalmente pelos seus pratos, tendo somente o conhecimento teórico sobre as propriedades nutricionais dos alimentos. O conhecimento de um conjunto de receitas que descrevem o modo como esses alimentos devem ser preparados não dá a garantia de que os pratos preparados pelo chefe serão saborosos. Faz-se necessário o conhecimento da receita e das propriedades de cada ingrediente que compõem a receita, mas também se faz necessário desenvolver a habilidade prática de cozinhar e saber preparar bem determinado prato. Por analogia, aprender um paradigma nada mais é do que aprender receitas, receitas essas que indicam quais os procedimentos que deverão ser adotados na elaboração de determinada atividade. Mas, essa é apenas a primeira parte do aprendizado, pois se faz necessário articular determinada teoria com a prática.

O aprendizado de uma habilidade, na extensa maioria dos casos, se dá através de uma imitação ou assimilação da tarefa que é realizada por outra pessoa. Os cientistas que se dispõem a aprender uma habilidade começam, de súbito, aceitando incondicionalmente os procedimentos que são adotados pelos seus mestres. Todas essas habilidades seriam são aprendidas através da iniciação científica. Para Polanyi (1958, p. 53),

Aprender por exemplo é submeter-se à autoridade. Você segue seu mestre porque confia na maneira de fazer as coisas mesmo quando você não pode analisar e calcular com detalhe sua efetividade. Observando o mestre e empenhando-se na mesma direção dos esforços presentes no exemplo, o aprendiz inconscientemente aprenderá as regras da habilidade, incluindo aquelas que não são explicitamente conhecidas pelo próprio mestre.

Assim, a educação científica para Kuhn assume um papel de destaque na atividade científica, pois é a educação que irá preparar um indivíduo para ele ser um membro efetivo da comunidade científica. A efetivação de um membro junto a uma comunidade científica

ocorre quando esse indivíduo aprende determinado paradigma e a partir daí consegue resolver os problemas de forma muito semelhante de seus colegas.

O aprendizado de habilidades é necessário aos recém-chegados ao paradigma, aos jovens aprendizes, como também aos cientistas que passaram por uma revolução científica. Para o primeiro grupo será um momento oportuno para aprender a manipular instrumentos (microscópios, telescópios, aparelhos de raios-X, entre outros) que lhe era estranho. Para o segundo grupo, passado por uma revolução científica, a aprendizagem significa uma mudança no roteiro e nos procedimentos adotados para solucionar os problemas.

Reiteramos, pois, que segundo Kuhn, é a educação científica que fornece a habilitação necessária para que os cientistas possam fazer ciência.

Embora Kuhn, ao escrever a *Estrutura*, não tivesse como objetivo elaborar um modelo de iniciação científica específica para as ciências naturais, no decorrer de sua obra, ele acabou despertando de uma maneira sugestiva para a importância que tal iniciação científica assume na preparação dos indivíduos para o desenvolvimento da prática científica. Ao longo desse trabalho, procuramos analisar alguns pontos básicos dessa intervenção feita pela iniciação científica. Agora, no entanto, teceremos alguns comentários ressaltando os aspectos positivos dessa iniciação científica e apontando possíveis limitações da proposta de iniciação científica.

Acreditamos que um dos grandes méritos de Kuhn da filosofia de Kuhn foi ter dado continuidade ao pensamento de Fleck dando ênfase a uma atividade científica desenvolvida por um grupo de pessoas, por membros associados a uma determinada comunidade, não por indivíduos isolados. Ao sustentar uma atividade científica coletiva orientada por um paradigma, Kuhn conseguiu criar uma espécie de “comportamento profissional”, pois o comportamento do grupo dos cientistas é afetado por seus compromissos compartilhados, enquanto que o comportamento individual dos cientistas é afetado por sua “personalidade, educação e padrão anterior de pesquisa profissional” (KUHN, 2002, p. 134).

Vamos destacar agora dois aspectos positivos que a iniciação científica oferece à estrutura comunitária da ciência, a saber, a mudança comportamental que ocorre no período de iniciação científica e modelo de iniciação científica não sendo determinado por regras.

Uma das grandes contribuições de Kuhn, a nosso ver, foi dar-se conta que é a iniciação científica que irá preparar, moldar, modificar o comportamento dos aprendizes que desejam fazer parte de uma comunidade científica. Como qualquer pessoa pode se sentir atraído por uma determinada área científica, segundo Kuhn [1959, p. 279], faz-se necessário “um treino rigoroso para o pensamento convergente”. Um treino rigoroso para que pouco a pouco “ele se ache condicionado às normas de sua sociedade⁵⁸” e aprenda a solucionar os problemas da mesma forma que demais membros da comunidade científica. A iniciação científica assume então o papel de efetuar um treino convergente, procurando maximizar o consenso e minimizar as divergências de idéias entre os membros de uma comunidade científica.

Os procedimentos adotados na iniciação científica são de extrema importância, pois é nesse período que o aprendiz começará a desenvolver suas habilidades. É entendido como o período de preparação para a prática científica. Constitui-se no período de uma intensa assimilação dos valores, normas, regras, técnicas e generalizações simbólicas compartilhadas pela comunidade científica. Também, não deixa de ser um espaço adequado onde ele passará a ver⁵⁹, compreender e interpretar os fatos de uma forma diferenciada. Seu olhar será configurado pelos exemplares da comunidade científica.

Poderíamos dizer, e não seria nenhum exagero, que a iniciação científica constitui-se numa passagem necessária onde todos os aprendizes irão buscar adaptar-se a proposta de trabalho apresentada pela comunidade científica. Os aprendizes são apenas novatos que estão buscando saber como se comportam determinados objetos e como eles devem manipular determinados instrumentos. Os aprendizes são trazidos para junto da comunidade científica onde começam a desenvolver suas atividades investigativas.

Quando ele é aceito como elemento integrante de determinada comunidade, ele passa a adquirir também o reconhecimento de todos os demais profissionais envolvidos em

⁵⁸ Ziman, (1979, p. 91).

⁵⁹ Para Dutra (2005, p. 3), a expressão “ver” pode ter uma interpretação ambígua. “Tanto em inglês quanto em português, ‘ver’ (ou *to see*) é ambíguo, e pode significar tanto *ver com os olhos* quanto *compreender* (ou *ver com o intelecto*). Muito da discussão em torno da relação entre aquilo que o cientista vê e o mundo, segundo Kuhn, tem por objetivo saber até onde ele emprega a palavra ‘ver’ no sentido próprio (de ver com os olhos) ou no sentido metafórico (ver com o intelecto).

determinado estudo. É um sinal que o aprendiz conseguiu passar por todos os estágios preparatórios que lhe garantiram a habilitação para a prática científica. Agora, o recém-chegado a comunidade das artes médicas consegue diagnosticar de forma extremamente prudente e semelhante às figuras contidas em uma placa de raios-X.

No entanto, quando o jovem aprendiz é aceito em determinada comunidade científica ele não está tão comprometido com o paradigma quanto seus fundadores. Um indivíduo recém chegado pode perceber certas irregularidades que passavam despercebidas pelos demais membros da comunidade. Pessoas vindas de outras áreas também podem ter dificuldades de entender como ocorre a organização de certos dados. Os profissionais inseridos há mais tempo na comunidade acabam desconsiderando, na maioria das vezes, os apontamentos que foram apresentados pelos iniciantes.

O segundo aspecto que enfatizamos diz respeito ao processo de iniciação científica não ser determinado, ou não estar restrito ao aprendizado de regras. Para Kuhn (2002, p. 131) “não pode haver conjunto de regras algum que seja adequado para ditar o comportamento de um *indivíduo* nos casos concretos que os cientistas vão enfrentar no curso de suas atividades”.

Segundo Kuhn, o aprendiz necessita adquirir um conhecimento teórico que, na maioria das vezes, encontra-se nos manuais de iniciação científica, mas constantemente, os jovens cientistas são estimulados a solucionar seus problemas com lápis ou papel ou nos laboratórios. Da mesma forma, ocorre que nós não nos tornamos bons motoristas simplesmente através da leitura e da interpretação adequada das leis e normas de trânsito. Para adquirirmos nossa habilitação necessitamos passar por vários testes para ver se somos hábeis o suficiente para guiar nosso automóvel sem ferir nenhuma norma do trânsito, sem pôr em risco nossa própria integridade física e de todas as demais pessoas que estão na e/ou próximas da rodovia. É na “auto-escola” de uma comunidade científica que os jovens aprendizes necessitam desenvolver suas agilidades para que possam, no final de seu curso, receberem a habilitação para fazer ciência.

Tal modelo de iniciação científica é um recurso que consegue preparar de modo satisfatório os indivíduos para uma prática científica coletiva? A resposta, evidentemente, é sim. Esse modelo de ensino-apredizagem apresentado por Kuhn, descrito ao longo deste

trabalho, consegue com muita eficácia alcançar os seus propósitos, isto é, consegue preparar o indivíduo para uma prática científica coletiva. Porém, alguns teóricos poderiam alegar que Kuhn prioriza de forma excessiva os ensinamentos dogmáticos da prática científica. Desse modo, não caberia ao jovem cientista questionar os ensinamentos que estão sendo apresentados e ditados pelo paradigma. O aprendiz passaria a ser doutrinado (catequizado) em determinada área científica, aceitando incondicionalmente todos os procedimentos que são adotados na referida área. Através dessa iniciação ele receberia uma cartilha onde estariam inseridos todos os procedimentos protocolares que deveriam ser necessariamente seguidos na resolução dos problemas.

Embora Kuhn na *Estrutura* e no texto “A função do dogma da ciência” busque destacar os benefícios de uma educação dogmática, entendemos que jamais uma determinada comunidade científica pode declarar-se imune às críticas que podem surgir de outras pessoas, de outros profissionais, que não estão inseridos em tal comunidade. Argumentamos desse modo, pois concordamos com Ziman (1979, 79-80) segundo o qual:

A ciência moderna não se acha tão fragmentada em disciplinas herméticas – Física, Química, Botânica, etc. – como no passado. Suas áreas fundem umas nas outras e matérias interdisciplinares como Fisi química, Bioquímica, etc. vêm sendo grandemente incentivadas. Não é fácil encontrar linhas limítrofes que demarquem claramente a matéria de um currículo acadêmico ou de uma área de revista científica. O consenso, ou *paradigma*⁶⁰, numa determinada área não pode ficar fechado às críticas feitas por conceituados especialistas das áreas vizinhas: há sempre autoridades no assunto invadindo as zonas fronteiriças.

Contudo, podemos dizer que Kuhn apenas buscou narrar como ocorria a iniciação científica nas ciências naturais. Nessa narração Kuhn priorizou de forma bem contundente a mudança de comportamento que ocorre quando um jovem aprendiz se sente atraído a uma área científica e busca fazer parte de uma determinada comunidade de profissionais capazes de solucionar os problemas.

⁶⁰ Grifo nosso.

O problema da iniciação científica não foi tão discutido e comentado quanto ao problema da incomensurabilidade das teorias, ao problema das revoluções científicas, às discussões sobre relativismo, subjetivismo e irracionalismo, mas transformou-se num instrumento essencial cuja principal função é preparar os indivíduos para uma prática científica coletiva. Kuhn lançou luzes para um problema muito interessante: como ocorre a preparação dos cientistas nas diferentes comunidades científicas das ciências naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho, observamos que os cientistas, para poderem desenvolver suas atividades, precisam estar associados a comunidades científicas. Tais comunidades científicas estabelecem um paradigma que orienta todo o trabalho comunitário. Desse modo, a atividade científica não ocorre de uma forma aleatória, mas é uma investigação que segue cânones e padrões determinados pelo paradigma para chegar a determinados fins.

Nesse trabalho, buscamos observar a estrutura utilizada por Kuhn para caracterizar o desenvolvimento científico revolucionário. Fazem parte dessa estrutura os conceitos básicos de paradigma e de comunidade científica. Todo o desenvolvimento científico está ligado a esses dois conceitos, pois uma atividade científica é desenvolvida em uma comunidade específica que é orientada por uma proposta de trabalho, também específica.

A partir daí, procuramos analisar quais eram os pilares que davam sustentação à proposta de desenvolvimento científico defendida por Kuhn. Investigamos, então, o período pré-paradigmático, o período de ciência normal, o período de anomalias e crises, o período revolucionário e o período pós-revolucionário. Fizemos a análise de tais períodos com o objetivo de compreender como é o relacionamento dos profissionais de determinada comunidade científica.

Em todos esses períodos de desenvolvimento científico pudemos observar uma preocupação de manter um consenso em relação a forma de trabalho de determinada comunidade científica. O dissenso raramente aparece. O dissenso surge nos momentos em que há um enfraquecimento do paradigma, quando a proposta de trabalho apresentada pelo

paradigma começa a apresentar falhas. Para Oliva (1999, p. 274) “só à medida que se vai quebrando o consenso a anomalia desponta como algo realmente capaz de ameaçar a integridade explicativa do paradigma”.

Mas a natureza do trabalho científico em uma comunidade é marcada principalmente pelo acordo existente entre os membros que dela fazem parte. A concepção de consenso para Kuhn não se deriva a partir da universalização do método, mas é o consenso comunitariamente construído que pode tornar universal o emprego do “método”⁶¹. Essa união, esse pacto firmado entre os cientistas, não surge ao acaso e também não é autojustificada. O trabalho comunitário somente é possível de ser realizado, enfatiza Kuhn, devido à preparação do indivíduo que fora feito antes dele ser um membro de determinada comunidade científica. Assim, enquanto um paradigma estiver sendo compartilhado pelos membros de uma comunidade científica haverá também uma segurança profissional. Essa segurança é decorrente da crença oferecida pelo paradigma de os cientistas estão trabalhando de uma forma adequada e poderão solucionar os problemas que estão sendo investigados.

Enfatizamos em vários momentos que a iniciação científica tem como principal função preparar o indivíduo para uma atividade científica coletiva. Contudo, argumentou Kuhn, essa educação científica é bastante dogmática, sendo mais um treinamento repetitivo do que um estímulo para pensar e fazer ciência de modo crítico. Ressaltamos, pois que Kuhn busca direcionar a educação científica para áreas específicas das ciências naturais. Através desse direcionamento, proporcionado pelo paradigma, o jovem aprendiz vai deixar de ler, estudar e investigar vários problemas que não pertencem a essa área, mas isso não obriga que ele tenha que aceitar e concordar com aquela forma de resolução de problemas. Podemos dizer, pois, que Einstein foi basicamente um dos maiores estudiosos, senão o maior estudioso e conhecedor, da teoria de Newton. Einstein foi introduzido ao paradigma newtoniano e talvez somente por conhecer tão bem a teoria newtoniana é que ele conseguiu perceber que ela era incompleta, isto é, que ela não conseguiu solucionar um determinado conjunto de problemas. A crítica de uma determinada teoria, na maioria das vezes, somente

⁶¹ OLIVA, (1999, p. 153)

é levada em conta quando é proferida por um grande especialista, por alguém que estudou profundamente a teoria e observou nela irregularidades.

Aqui concordamos com a posição de Ziman (1979, p.85) sustentada no argumento de que a educação deve moldar o intelecto e o espírito do aluno deixando-o dócil, mas isso não pode se transformar em ortodoxia, pois o estudante deve mostrar-se atualizado e preparado criticar o conhecimento até então estabelecido.

Devido a uma maciça rede de compromissos compartilhados pelos membros da comunidade científica, fruto de uma rigorosa iniciação científica, não há grandes divergências de idéias no interior de uma comunidade científica. O relacionamento entre os cientistas é tranqüilo, isto é, todos se fazem entender, pois falam a mesma linguagem. Podemos dizer que o comportamento dos cientistas fora moldado conforme a proposta de determinado paradigma.

O aprendizado da prática científica não pode ser desvinculado de uma mudança comportamental, pois tal aprendizado é uma forma de fazer com que o indivíduo adapte-se as normas e aos procedimentos que são empregues pela comunidade científica.

Nesse trabalho apresentamos que a iniciação científica é um instrumento que visa claramente maximizar o consenso em uma comunidade científica e minimizar ao máximo as divergências de idéias em tal comunidade. A iniciação científica ganhou grande ênfase em nosso trabalho, pois cabe a ela unir os membros de uma certa comunidade em torno de um objetivo comum a todos. Também observamos que Kuhn tinha como preocupação entender como se reproduz a ciência, como ela se desenvolve, prestando atenção em suas fases, “principalmente na de prolongada estabilização e na de esporádica quebra revolucionária do consenso”⁶².

Entendemos que Kuhn não buscou elaborar um roteiro de iniciação científica nem um programa para a educação de jovens cientistas. Ele apenas descreveu quais eram as transformações que ocorriam com os aprendizes nesse processo. Transformações essas que eram proporcionadas pela literatura científica que os jovens cientistas eram expostos e pelo aprendizado obtido através da imitação de seus mestres. Talvez, uma das maiores contribuições de Kuhn para o processo de iniciação científica fora alertar que a preparação

⁶² OLIVA, Alberto (1999, p. 357).

para uma atividade coletiva não se encontra restrita a um aprendizado de regras. As regras fazem parte do aprendizado, mas existem outros procedimentos e compromissos que não podem ser reduzidos a regras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁶³

- ABRANTES, P. Kuhn e a noção de “Exemplar”. In: *Principia*, vol. 2 nº 1, 1998.
- BROWN, J. *et al.* *Science in schools: Exploring the curriculum*. Philadelphia, Open University Press, 1986.
- CARTWRIGHT, Nancy. How We Relate Theory to Observation. In: *World Changes: Thomas Kuhn and the nature of science*. Cambridge: The MIT Press. 1993.
- CHALMERS, A.F. *O que é Ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- CORDEIRO SILVA, Rafael. A Revisão Kuhniana na Imagem da Ciência. *Educação e Filosofia*. Uberlândia, 11 (21 e 22) 263-280. jan. jun. e jul. dez. 1997.
- DA COSTA, N. C. A. O conhecimento científico. São Paulo. Discurso Editorial. 1999.
- DALLA CHIARA, M.L. *Formal Analysis of Physical Theories*. Instituto di Filosofia dell’ Università – Firenze
- DANCY, J. *Epistemologia Contemporânea*. Lisboa: Edições 70, 1990.
- DI FRANCIA, G. T. *The Investigation of Physical World*. Cambridge University, Press, 1981.

⁶³ Nem todas as referências contidas nesta lista foram citadas ao longo da dissertação. As referências que não foram citadas também auxiliaram e contribuíram indiretamente na elaboração deste trabalho.

- DUTRA, L.H. *Introdução à teoria da ciência*. Florianópolis, Editora da UFSC, 2003.
- _____. *Epistemologia da aprendizagem*. Rio de Janeiro, DP&A, 2000.
- _____. Ciência do Comportamento e Contextos de Investigação. In: *Revista Patagônica de Filosofia*. Ano 2, Vol. 2, N° , enero-junio 2001, pp. 131-159.
- _____. Behaviorismo, Operacionalismo e a Ciência do Comportamento Científico. In: *Philósofos*, Vol. 9, n.2, 2004.
- _____. Kuhn e uma concepção social da investigação científica. 200+ (em preparação).
- _____. *Kuhn e a filosofia da educação*. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~fil/textos.htm>. Acesso em: 13 maio 2005.
- EARMAN, John. Carnap, Kuhn, and the Philosophy Scientific Methodology. In: *World Changes: Thomas Kuhn and the nature of science*. Cambridge: The MIT Press. 1993.
- FEYERABEND, P. *Contra o método*. Rio de Janeiro, F. Alves, 1989.
- _____. How to Defend Society Against Science. In: Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*. Oxford readings in philosophy, 156-165, 1981.
- FLECK, Ludwik. *Gênese and Development of a Scientific Fact*. The University of Chicago Press, 1979.
- _____. *La gènesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Editorial (1986).
- FREIRE-MAIA, Newton. *A Ciência por Dentro*. Petrópolis: Vozes, 1991.
- FRIEDMAN, Michael. Remarks on the History of Science and the History of Philosophy. In: *World Changes: Thomas Kuhn and the nature of science*. Cambridge: The MIT Press. 1993.
- GHINS, Michel. Kuhn: Realist or Antirealist? In: *Principia*, vol. 2 n° 1, 1998.
- GUTIERRE, Jézio H. B. O que há de polêmico na idéia kuhnina de incomensurabilidade? In: *Principia*. Vol. 2, n1, pp. 21-36. junho 1998.
- HACHING, Ian. Working in a New World: The Taxonomic Solution. In: *World Changes: Thomas Kuhn and the nature of science*. Cambridge: The MIT Press. 1993.
- HALL, Rupert A. *A Revolução na ciência*. 1500-1750, Lisboa: Edições 70, s.d.

- HANSON, N.R. Observação e interpretação. IN: Morggenbesser, S. (org) *Filosofia da ciência*. São Paulo, UNESP, 1995.
- _____. *Patterns of Discovery*. Cambridge University Press, 1958.
- _____. In: Colodny (org.), *The nature and function of scientific theories*. University of Pittsburgh Press, 1970.
- HOLTON, G. *A imaginação científica*. Rio de Janeiro, Zahar, 1979.
- HORWICH, P. (ed.). *World Changes*. Thomas Kuhn and the Nature of Science. Cambridge: The MIT Press, pp. 1-7, 1993.
- HOYNINGEN-HUENE, Paul. Two Letters of Paul Feyerabend to Thomas S. Kuhn on a Draft of *The Structure of Scientific Revolutions*. IN: Nicholas Jardine (ed.), *Studies in History and Philosophy of Science*. Vol. 26, N° 3, pp. 353-387, 1995.
- _____. *Reconstructing Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, 1993.
- KAUFMANN, J. Nicolas. Rationality, theory acceptance, and decision theory. IN: *Principia*. Vol. 2, n1, pp. 3-20, junho 1998.
- KNELLER, G.F. *A ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro, Zahar, 1980.
- KOSLOWSKI, Adilson. *Nas origens da estrutura das Revoluções Científicas: a influência de Fleck, Polanyi e Quine na filosofia de Thomas Samuel Kuhn*. 2004. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- KUHN, Thomas. (1959) A tensão essencial: tradição e inovação na investigação científica. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 275-291, 1977.
- _____. (1962) A estrutura histórica da descoberta científica. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 209-222, 1977.
- _____. (1964) Uma função para as experiências mentais. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 293-321, 1977.
- _____. (1968) A história da ciência. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 143-166, 1977.
- _____. (1969) Comentário sobre as relações entre ciência e arte. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 407-420, 1977.

- _____. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press. 1970.
- _____. (1971) As relações entre a história e a história da ciência. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 167-205, 1977.
- _____. (1973) Objetividade, juízo de valor e escolha teórica. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 383-405, 1977.
- _____. (1974) Reconsiderações acerca dos paradigmas. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 353-382, 1977.
- _____. (1976a) As relações entre a história e a filosofia da ciência. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 29-49, 1977.
- _____. (1976b) Tradição matemática *versus* tradição experimental no desenvolvimento da ciência física. IN: *A Tensão Essencial*. Lisboa, Edições 70, pp. 63-100, 1977.
- _____. *A Tensão Essencial*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- _____. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- _____. Lógica da Descoberta ou Psicologia da Pesquisa? In: LAKATOS & MUSGRAVE. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix: Editora da Universidade de São Paulo, 1979 a.
- _____. Reflexões sobre os meus críticos. In: LAKATOS & MUSGRAVE. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix: Editora da Universidade de São Paulo, 1979 b.
- _____. A função do dogma na investigação científica. In: DEUS, Jorge Dias de. *A Crítica da Ciência: Sociologia e Ideologia na Ciência*. Rio de Janeiro, Zahar, 1979c.
- _____. *Metaphor in Science*. IN: Ortony, A. (ed.), *Metaphor and Thought*. Cambridge: C.U.P., pp. 409-19, 1979d.
- _____. *La Revolución Copernicana*, Barcelona: Ariel, 1981a.
- _____. (1981b) A Function for Thought Experiments. IN: *L'aventure de la science, Mélanges Alexandre Koyré*, Vol. 2., pp. 307-34. Copyright & Hermann, Paris 1964.

- _____. (1983) Commensurability, Comparability, Communicability. IN: Asquith, P. & Niles, T. (eds). *PSA 1982*. East Lansing: Philosophy of Science Association, pp. 669-88.
- _____. (1987) What are Scientific Revolutions? IN: *The Road since Structure*. Chicago. University of Chicago Press.
- _____. (1989) Possible Worlds in History of Science. IN: *The Road since Structure*. Chicago. University of Chicago Press.
- _____. Dubbing and Redubbing: The Vulnerability of Rigid Designation. IN *SAVAGE, 1990*.
- _____. (1991) The Road since Structure. In: Fine, A.; Forbes, m.; Wessels, L. (eds), *PSA 1990*, Volume 2. East Lansing: Philosophy of Science Association, pp.3-13.
- _____. *The Trouble with the Historical Philosophy of Science*. Depart. Historical of Science: Cambridge. 1992.
- _____. (1993) Afterwords. IN: Horwich, P. (ed.), *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*. Cambridge: The MIT Press, pp. 311-41.
- _____. (2000) *The Road Since Structure: philosophical essays*. The University of Chicago Press.
- LACEY, Hugh. *Valores e atividade científica*. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.
- LAKATOS, Imre. History of Science and its Rational Reconstructions. In: Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*. Oxford readings in philosophy, pp. 107-126, 1981.
- LAUDAN, Larry. A Problem- Solving Approach to Scientific Progress. In: Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*. Oxford readings in philosophy, pp. 144-155, 1981.
- LECKY, Prescott. *Self-Consistency: A Theory of Personality*. Garden City, Doubleday, 1969.
- MAGALHÃES, João Batista. *A Idéia de Progresso em Thomas Kuhn; no contexto da "Nova Filosofia da Ciência"*; Porto Alegre: Contra Ponto, 1996.
- MASTERMAN, Margaret. A natureza do paradigma. In: LAKATOS & MUSGRAVE. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

- McMULLIN, Ernan. Rationality and Paradigm Change in Science. In: Horwich, P. (ed.), *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*. Cambridge: The MIT Press, 1993.
- MARCONDES, Danilo. *Iniciação à história da filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- OLIVA, A. (Org.). *Epistemologia: A Cientificidade em Questão*. Campinas: Papirus, 1990.
- PLANCK, Max. *Scientific Autobiography and Other Papers*. New York, 1949.
- POLANYI, M. *Personal Knowledge*. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1969.
- POPPER, K.R. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo, Cultrix, 1975.
- _____. The Rationality of Scientific Revolutions. In: Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*. Oxford readings in philosophy, pp. 80-106, 1981.
- _____. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS & MUSGRAVE. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.
- PUTNAM, Hilary. The Corroboration of Theories. In: Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*. Oxford readings in philosophy, pp. 60-79, 1981.
- SANKEY, Howard. Taxonomic Incommensurability. IN. *Principia*, Outubro, 1997.
- SELLEY, N. J. The place of alternative models in school. Science. In: *Science in Schools: Exploring the curriculum*. Philadelphia, Open University Press, 1986.
- SHAPER, Dudley. Meaning and scientific change. In: Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*. Oxford readings in philosophy, pp. 28-59, 1981.
- STEGMÜLLER, W. *A Filosofia Contemporânea*. São Paulo: EPU & Edusp, 1997, 2v.
- SUPPE, Frederick. *The Structure of Scientific Theories*. University of Illinois Press, 1977.
- TIANJI, J. (1985)

ZIMAN, John. *Conhecimento Público*. Trad. Regina R. Junqueira. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

_____. Science education – for whom? In: *Science in Schools: Exploring the curriculum*. Philadelphia, Open University Press, 1986.

_____. *Conhecimento Confiável: uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência*. Trad. Tomás Rosa Bueno. São Paulo: Papirus, 1996.

