

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO FORMA DE APRENDER A VER O MUNDO

Gilmar Evandro Szczerpanik *

Resumo: 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 por meio do qual 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”.

Palavras-chave: Iniciação científica. Manuais. Comportamento profissional.

Introdução

Kuhn (1978) relata que um cientista pode sentir-se atraído (ou demonstrar interesse) por alguma atividade científica por diferentes motivos. Para destacar alguns desses motivos, poderíamos citar, por exemplo, o desejo de ser útil, uma possível curiosidade em explorar um

* Mestre em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Catarina (Área de Epistemologia). Professor do Centro Municipal Universitário de São José (USJ – SC) e do Complexo de Ensino Superior Anita Garibaldi (CESAG), em São José – SC. E-mail: cienciamaluca@yahoo.com.br.

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?

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?

Acreditamos que muitos desses aspectos não ganharam grande ênfase na obra de Kuhn,¹ 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.

A educação científica e a mudança de comportamento

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 forma isolada e por uma só pessoa. Para Fleck (1986, p. 22):

A ciência é algo realizado cooperativamente por pessoas; por isso se deve levar em conta, de forma preferencial, as convicções empíricas e especulativas dos indivíduos, as estruturas sociológicas e as convicções que unem entre si os cientistas.

A atividade científica é entendida como uma atividade coletiva, na qual as pessoas, neste caso os cientistas, necessitam estar de posse

¹ Principalmente nos escritos posteriores à **Estrutura das Revoluções Científicas**.

das mesmas crenças, e saber interpretar os fatos de uma maneira não-contraditória.

Kuhn é um dos principais pensadores que entende e procura mostrar que a ciência é uma atividade intrinsecamente comunitária. Em *Afterwords* (1993, 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, 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.

Vamos abordar a natureza da iniciação científica de determinada pessoa que não pertence à “tradição”, que não tem nenhuma experiência na atividade de pesquisa. Não vamos discutir o processo de transição dos profissionais que pertenciam ao antigo paradigma e agora precisam aprender a solucionar problemas conforme a proposta apresentada por outro paradigma.

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 aprende² 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 seus mestres, ou de forma muito semelhante. O jovem

² 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”.

aprendiz é orientado por profissionais que conhecem as sutilezas e as armadilhas dessa área de pesquisa.³ Há, segundo Kuhn (1959, p. 279), “um treino rigoroso para o pensamento convergente”.

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”,⁴ 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 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

³ 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 experientados 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 de todas as normas”.

⁴ Kuhn (1979, p. 55).

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*,⁵ 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 (DUTRA, 2001, p. 145).

⁵ Grifo do autor.

Mas 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. Para Kuhn (1978, p. 30),

O estudo dos paradigmas [...] 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.

A educação científica apresenta-se, então, 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. Nesse sentido, a educação científica nas ciências naturais não tem por finalidade tornar os sujeitos críticos.⁶ Como aduz Ziman (1979, p. 85), “anos de estudos devem deixar sua marca no 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),

⁶ 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”.

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, portanto, 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 como ele fora treinado. Assim, para Kuhn (1979, p. 77-78),

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 as habilitações profissionais de um lado e a ideologia profissional do outro. É quase certo que a tensão e a capacidade de a manter são elementos importantes para o êxito da ciência.

Passa a existir então uma “tensão essencial” entre os indivíduos que fazem parte de uma comunidade científica e a instituição denominada “comunidade científica”. Kuhn (1977, p. 278) não nos oferece uma clara distinção entre as características do indivíduo e do grupo. Não há uma linha divisória que defina quais são as funções que pertencem aos indivíduos e quais funções pertencem à comunidade científica.

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 outros.⁷

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

⁷ 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 esta, histórica ou teórica”.

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.

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 linguagem⁸ 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 (1986, p. 171) aduz 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 adianta 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 com que eles estão entrando em contato num primeiro momento”.

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:

⁸ Discussão sobre a linguagem ver Kuhn (1983) e (2000).

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 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 (POLANYI, 1969, 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

que tinham seus mestres e instrutores anteriormente.⁹ 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 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 das Revoluções Científicas**, 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 das Revoluções Científicas**, Kuhn argumenta que a iniciação científica está vinculada de uma forma mais direta ao período de ciência normal,¹⁰ 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

⁹ 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 na medida em que a arte do saber continua não-especificável no próprio coração da ciência”.

¹⁰ Kuhn (2000) aduz 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.

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) aduz 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 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).

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 grupal.¹¹ Essa tentativa de chegar a um consenso, a uma 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.¹² 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).

Sendo assim,

Kuhn não admite apenas uma variação na interpretação dos valores epistêmicos, mas também julgamentos diferentes desses valores em situações concretas de aplicação, nas quais esses valores podem ser considerados diferentemente por diferentes indivíduos.

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

¹¹ Para Ziman (1979, p. 89), “A educação proporciona ao estudante uma base dos conhecimentos que fazem 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”.

¹² “Not only does Kuhn admit variation in interpretation of the epistemic values, but also different judgments of these values in concrete situations of application where values can be weighted differently by different individuals”.

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 critério.¹³ 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”.

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 manuais.¹⁴ 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

¹³ Cf. Lacey, 1998.

¹⁴ Vamos utilizar a expressão “manuais” como sinônimo de “livro-texto” e “livro-didático”.

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 assunto.¹⁵ Cabe ressaltar que os manuais são excelentes instrumentos didático-pedagógicos que auxiliam no aprendizado das ciências, embora não os únicos.

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),

[...] 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 às 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.

¹⁵ 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”.

Mas, se perguntarmos, como surgem os manuais? Como se dá a eleição dos assuntos que devem estar contidos nesses manuais? Na **Estrutura das Revoluções Científicas**, 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 a 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 brilhante 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.

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, 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, **A 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 manuais de iniciação científica.

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.

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.

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 (1979, p. 49) argumenta ainda que “redescobrir, simplesmente, resultados de investigações já publicados é considerado uma atividade banal e pouco estimulante”.

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, 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 presentes 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-texto. Segundo Kuhn (1959, p. 281),

Uma característica das revoluções científicas é que exigem a remodelação dos manuais de ciência. Durante mais de meio século antes de 1900, os livros empregues na educação científica foram igualmente inequívocos em constatar que a luz era movimento ondulatório. Nestas circunstâncias, os cientistas trabalharam em problemas bastante diferentes e, muitas vezes, adotaram para eles tipos de soluções bastante diferentes.

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 intensidade, 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 (1979, 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 como 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.

Considerações finais

Uma das grandes contribuições de Kuhn, a nosso ver, foi perceber que 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 às normas e aos procedimentos que são entregues pela comunidade científica. Como qualquer pessoa pode se sentir atraída 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 sociedade”¹⁶ e aprenda a solucionar os problemas da mesma forma dos 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, de intensa assimilação de valores, normas, regras, técnicas e generalizações simbólicas compartilhadas pela comunidade científica. Também, não deixa de ser um espaço adequado onde ele passará a ver, compreender e interpretar os fatos de uma forma diferenciada. Seu olhar será configurado pelos exemplares da comunidade científica.

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 a 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 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.

¹⁶ Ziman, (1979, p. 91).

Contudo, a educação científica é um instrumento que pode passar despercebido enquanto uma investigação científica está em andamento. Mas, a atividade científica somente é possível graças à organização que foi concedida pela educação científica. A iniciação científica torna-se, então, condição de possibilidade para uma prática científica coletiva.

SCIENTIFIC INICIATION AS A WAY OF LEARNING AND SEEING THE WORLD

Abstract: 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’.

Key words: Scientific initiation. Manuals. Professional behavior.

Referências bibliográficas

DUTRA, L. H. de A. **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. **Revista Patagónica de Filosofía**, Bariloche, Argentina, ano 2, v. 2, p. 131-159, jan./jun. 2001.

_____. **Kuhn e uma concepção social da investigação científica**. Em elaboração.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1989.

FLECK, L. **La gènesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, [1986].

HOYNINGEN-HUENE, P. **Reconstructing Scientific Revolutions**. Chicago (EUA): University of Chicago Press, 1993.

KAUFMANN, J. N. Racionality, theory acceptance, and decision theory. **Principia**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 3-20, jun. 1998.

KUHN, T. S. A tensão essencial: tradição e inovação na investigação científica. In: _____. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1959. p. 275-291.

_____. Uma função para as experiências mentais. In: _____. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1964. p. 293-321.

_____. Objetividade, juízo de valor e escolha teórica. In: _____. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1973. p. 383-405.

_____. Reconsiderações acerca dos paradigmas. In: _____. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1974. p. 353-382.

_____. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1977.

_____. **A Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1978.

_____. A função do dogma na investigação científica. In: DEUS, J. D. de. **A crítica da ciência: sociologia e ideologia na ciência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

_____. Afterwords. In: HORWICH, P. (Ed.). **World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science**. Cambridge: The MIT Press, p. 311-341, 1993.

_____. **The Road Since Structure: philosophical essays**. Chicago (EUA): The University of Chicago Press, 2000.

LACEY, H. **Valores e atividade científica**. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.

POLANYI, M. **Personal knowledge**. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1969.

SELLEY, N. J. The place of alternative models in school. Science. In: BROWN, J. **Science in schools: exploring the curriculum**. Philadelphia (EUA): Open University Press, 1986.

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

_____. Science education – for whom? In: BROWN, J. **Science in schools: exploring the curriculum**. Philadelphia (EUA): Open University Press, 1986.

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