

# A CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA DE POPPER E O ENSINO DE CIÊNCIAS

## Popper's conception of science and the teaching of sciences

Carlos Alberto Rufatto<sup>1</sup>  
Marcelo Carbone Carneiro<sup>2</sup>

**Resumo:** Procurou-se identificar as conseqüências mais importantes da concepção de ciência de Popper, que deu origem a um rico debate na Filosofia das Ciências, para o Ensino de Ciências. O acompanhamento deste debate permite perceber a riqueza do processo científico, reconhecendo as contribuições daqueles que debateram com Popper; bem como a importância dos aspectos da ciência que Popper valorizou e procurou preservar. As críticas e os debates em torno das abordagens de mudança conceitual contribuíram para a percepção da riqueza e complexidade desse processo. Quando considerados os objetivos institucionais das escolas e as expectativas sociais em torno da compreensão adequada e da procura de superação dos paradigmas vigentes a manutenção de certos aspectos, inerentes ao processo de mudança conceitual, pode se mostrar relevante. Neste sentido, a obra de Popper pode oferecer importante apoio para valorizar aspectos racionais que poderiam presidir o processo de aprender Ciências.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência. Epistemologia popperiana. Escolha e debate racional. Mudança conceitual.

**Abstract:** This work aimed at identifying the most important consequences of Popper's conception of science education, which started a fertile debate in the Philosophy of Science. By following this debate, it is possible to notice the richness of the scientific process, recognizing the contributions brought by those who debated with Popper, and the importance of aspects of science that Popper valued and attempted to preserve. The criticism and the debate over the approaches towards conceptual change contributed to the perception of the wide extent and complexity of this process. However, the maintenance of certain aspects, inherent in the process of conceptual change, may be relevant when the institutional objectives of the schools and the social expectations over the appropriate understanding and over the attempt to overcome current paradigms are considered. In this way, Popper's work may offer important support to valuing rational aspects that could inform the process of learning Science.

Keywords: Philosophy of Science. Popper's epistemology. Rational choice and debate. Conceptual change.

---

<sup>1</sup> Cientista social. Doutorado em Educação para a Ciência. Docente, Faculdades de Direito e Administração, Instituição Toledo de Ensino de Bauru (ITE). Bauru, SP. <carufatto@uol.com.br>

<sup>2</sup> Filósofo. Doutor em Educação. Livre-docente em Filosofia. Docente, Departamento de Ciências Humanas, Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (Unesp), campus de Bauru, SP. <carbone@faac.unesp.br>

<sup>1</sup> Rua Manoel Pereira Rolla, n. 12-75, apto. 203  
Vila Nova Universitária - Bauru, SP  
17.012-190

## Introdução

A percepção de que o fazer ciência se constitui como algo muito variado e rico é um dos mais importantes resultados dos debates que envolveram os principais filósofos da ciência na segunda metade do século XX. Os debates entre Popper e Kuhn apresentam passagens que são reveladoras dessa diversidade. No entanto, esses debates revelaram também que o fazer ciência, enquanto realização humana, não está imune aos direcionamentos que os seus participantes e a sociedade pretendem lhe imprimir. Em relação a este aspecto, as ideias de Popper podem dar uma contribuição relevante ao debate, na medida em que ele apresenta sua concepção de ciência conscientemente associada a certos valores e a uma determinada visão de sociedade. Ao assim proceder, Popper nos conduz a refletir sobre a presença ou não dessas articulações em seus interlocutores e, mais do que isso, ao questionamento sobre a possibilidade ou necessidade de um direcionamento consciente da atividade científica a partir de certos valores e ideias sociais.

De forma semelhante, os debates a respeito do tema da mudança conceitual conduziram a uma percepção mais adequada a respeito da riqueza do processo de aprender ciências. E da mesma forma que o fazer ciência não está imune às influências de valores e concepções de sociedade, o ensinar ciências também teria de ser pensado à luz desses condicionamentos.

Neste sentido, as ideias de Popper também devem ser consideradas, pois acabam conduzindo a reflexões valiosas a respeito das relações existentes entre o Ensino de Ciências, valores e concepções de ciência e de sociedade. Reflexões essas que revelam sua importância quando se considera que o ensinar ciência faz parte de uma atividade humana inevitavelmente ligada a concepções sobre a sociedade, a cultura, os valores e a política, estando, portanto, sujeita a múltiplas influências que devem ser reconhecidas e avaliadas.

## **O ponto forte da contribuição de alguns interlocutores de Popper: a complexidade do processo de fazer ciência**

Um dos questionamentos mais importantes que foram apresentados em relação à Filosofia da Ciência de Karl Popper diz respeito à questão da mudança teórica, ou seja, quais seriam os fatores que conduziriam ao abandono de uma teoria e à adoção de outra.

Em relação a este tema, os posicionamentos de Kuhn (1996) e os questionamentos apresentados por ele às posições de Popper (KUHN, 1979a, 1979b), foram fundamentais no desenvolvimento do debate, que teve também a participação mais destacada, dentre outros, de Imre Lakatos (1983, 1979), que procurou desenvolver as ideias popperianas à luz das objeções de seus críticos, e de Paul Feyerabend (1979), com a apresentação de uma visão de ciência bastante diferente daquela apresentada por Popper. Como a polarização mais importante ocorreu com o pensamento de Kuhn, serão destacados alguns aspectos deste debate, com a finalidade de se compreender melhor os pontos fortes das críticas das concepções popperianas.

Em relação à questão da mudança teórica, a principal crítica de Kuhn diz respeito aos testes, ou experimentos cruciais, que Popper considerava como fundamentais no processo de avaliação das teorias científicas. De acordo com Popper, a ciência continua tendo nos experimentos algo fundamental, mas não, como na concepção positivista, para confirmar as teorias

como verdadeiras, e, sim, para testá-las com o objetivo de comprovar sua qualidade. O número de testes pelo qual uma teoria passou não seria garantia de sua veracidade, as teorias estariam sempre sujeitas à refutação. No entanto, um teste decisivo, um experimento crucial, poderia conduzir ao abandono da teoria.

Uma das contribuições importantes de Kuhn diz respeito, portanto, ao questionamento da maneira como Popper descreveu o fazer ciência, em especial o papel atribuído ao potencial refutador dos experimentos. Segundo Kuhn, os cientistas não abandonam suas teorias em razão de um experimento potencialmente refutador; isto seria muito pouco para fazê-los desistir de idéias que prezam muito, que desenvolveram durante muito tempo, se habituando a elas. Muitas vezes, o que está em jogo são financiamentos de pesquisas, grupos e estruturas grandes, a própria trajetória intelectual do pesquisador ou até cargos importantes. Quando um caso potencialmente refutador se apresenta, o cientista teria à mão várias alternativas para preservar as ideias que lhe são tão caras, e isto pode ocorrer não de maneira refletida e calculada, mas como uma espécie de instinto de sobrevivência, muitas vezes inconsciente.

Os exemplos pesquisados por Kuhn na história das ciências e os argumentos por ele utilizados abriram espaço para uma série de pesquisas e debates que levaram a um questionamento da visão de ciência apresentada originalmente por Popper. Ao longo desses debates<sup>3</sup>, houve um questionamento do falseacionismo popperiano como uma regra que seria usada com frequência pelos cientistas, ao mesmo tempo em que se desenvolvia uma percepção mais adequada dos vários fatores que estariam presentes e influenciando no processo de mudança teórica. Alguns desses fatores foram denominados de ‘extracientíficos’.

Em relação ao questionamento do falseacionismo a partir de um ponto de vista ‘intracientífico’, Kuhn e Lakatos (LAKATOS, 1979) acabam confluindo para um posicionamento em que se entende que a mudança teórica, quando ocorre, é em razão de um certo esgotamento do ‘programa de pesquisa’<sup>4</sup> vigente. Lakatos fala em programas de pesquisa regressivos ou mudanças degenerativas de problemas, para caracterizar situações em que não há um real aumento de conteúdo:

Se apresentarmos uma teoria para resolver uma contradição entre uma teoria anterior e um exemplo contrário de tal maneira que a nova teoria, em lugar de oferecer uma *explicação* (científica) que aumente o conteúdo, só ofereça uma *reinterpretação* (lingüística) que diminui o conteúdo, a contradição se resolverá de modo meramente semântico, não-científico. (LAKATOS, 1979, p. 145)

O falseacionismo sofisticado defendido por Lakatos (segundo ele, já embrionário em Popper) propõe a avaliação de séries de teorias que se constituiriam em programas de pesquisa. Tais programas de pesquisa poderiam ser mais adequadamente avaliados e considerados

---

<sup>3</sup> Ver, por exemplo, o quarto volume das atas do Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres em 1965 (LAKATOS e MUSGRAVE, 1979).

<sup>4</sup> Expressão cunhada por Lakatos.

“progressivos”, ou seja, promissores quanto ao seu potencial de apresentação e solução de problemas novos; ou “degenerativos”, que enfrentariam as dificuldades sem apresentação de novos conteúdos ou descobertas. A esse respeito, Lakatos afirma:

O exemplo clássico de programa de pesquisa bem-sucedido é a teoria gravitacional de Newton; talvez seja até o mais bem-sucedido programa de pesquisa já levado a cabo. Quando foi produzido pela primeira vez, viu-se submerso num oceano de “anomalias” (ou, se quiserem, de “contra-exemplos”), e enfrentou a oposição das teorias observacionais que sustentavam tais anomalias. Os newtonianos, contudo, transformaram, com tenacidade e engenho brilhantes, um contra-exemplo depois do outro em exemplos corroborativos, principalmente derrubando as teorias observacionais originais a cuja luz essa “evidência contrária” foi estabelecida. No processo, eles mesmos produziram novos contra-exemplos, que novamente resolviam. “Converteram cada nova dificuldade numa nova vitória do seu programa”<sup>5</sup>. (LAKATOS, 1979, p. 163)

Já Thomas Kuhn, quando se consideram os fatores intracientíficos que atuam no processo de substituição de uma teoria científica por outra, utiliza o conceito de “tradição de solução de enigmas”, que guarda semelhanças com o conceito lakatosiano de “programa de pesquisa”, pois ambos chamam a atenção sobre a importância dos problemas na pesquisa científica, sendo o aparecimento deles e a busca de respostas o fio condutor principal de toda a atividade realizada na ciência. Neste ponto, Lakatos e Kuhn se aproximam, adotando um ponto de vista em que as teorias são avaliadas ao longo de todo o processo, não havendo, portanto, experimentos cruciais que pudessem, isoladamente, refutar uma teoria. Ao invés disso, as teorias seriam avaliadas pela sua capacidade de gerar problemas novos e aumentar o seu conteúdo, o que conduziria, inevitavelmente, a uma avaliação de longo prazo, ou seja, os programas de pesquisa e paradigmas só seriam passíveis de avaliação e substituição em razão do confronto com outros programas de pesquisa e paradigmas alternativos, e essa confrontação e a decisão que dela decorreria só seria possível num espaço de tempo que oferecesse, a essas tradições de pesquisa, a oportunidade de demonstrarem o seu potencial.

Os pontos de semelhança com o posicionamento de Lakatos ficam mais evidentes ao se comparar os dois trechos anteriores deste autor com a passagem em que Kuhn compara a astrologia com a astronomia:

Comparem-se as situações do astrônomo e do astrólogo. Se a predição de um astrônomo falhasse e seus cálculos conferissem, ele poderia esperar corrigir a situação. Os dados podiam estar errados: velhas observações podiam ser reexaminadas e novas mensurações feitas, tarefas que criavam

---

<sup>5</sup>Laplace (1796) apud Lakatos (1979) (nota do autor).

uma quantidade de quebra-cabeças de cálculo e instrumentação. Ou talvez a teoria necessitasse de ajustamento, quer pela manipulação de epiciclos, excêntricos, equantes, etc., quer por reformas mais fundamentais de técnica astronômica. Por mais de um milênio tais foram os enigmas teóricos e matemáticos em torno dos quais, juntamente com suas contrapartidas instrumentais, se constituiu a tradição da pesquisa astronômica. O astrólogo, em compensação, não tinha esses quebra-cabeças [...] Embora a astronomia e a astrologia fossem quase sempre praticadas pelas mesmas pessoas, incluindo Ptolomeu, Kleper e Tycho Brahe, nunca existiu um equivalente astrológico da tradição astronômica de solução de charadas. E sem charadas, que pudessem primeiro desafiar e depois atestar o engenho do profissional, a astrologia não poderia ter-se tornado ciência, ainda que as estrelas controlassem, de fato, o destino humano. (KUHN, 1979a, p. 15-6)

Pode-se sintetizar que o debate que ocorreu após a publicação da obra “A lógica da pesquisa científica” de Popper, resultou, sobretudo pela colaboração de Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Toulmin e Laudan, na percepção de que o que se conhece como ciência é algo complexo e rico, resultado da ação extremamente variada de inúmeros cientistas que concebem suas explicações utilizando um processo criativo pessoal (e não exclusivamente por observação paciente, detalhada e objetiva, como supunham alguns positivistas), e que se comportam em relação às suas criações (quando elas são lançadas na arena do debate da comunidade científica) de uma maneira também bastante variada, e não necessariamente como Popper propugnava.

Tudo isso representou um avanço em relação à compreensão do que tem sido o fazer ciência, e tem sido algo que tem escapado a determinações muito rígidas, a métodos muito restritivos, a prescrições limitadoras. No entanto, pode-se perguntar se restou algo que pudessem dar alguma identidade ao processo, ou seja, o fazer ciência suporia determinadas condições ou atitudes? Ou seria algo tão diversificado e livre que diluiria seus limites em outras formas de se tentar entender a realidade?

### **O ponto forte da contribuição de Popper: a preocupação com o caráter racional e o papel institucional da ciência**

Os interlocutores de Popper, notadamente Kuhn e Lakatos, contribuíram de forma decisiva para a compreensão de como a ciência tem sido feita. A contribuição de Popper a respeito deste tema foi inegavelmente enriquecida pelo debate que se seguiu à sua exposição.

A sensação que muitos tiveram, sobretudo em razão do debate com Kuhn, foi a de que a interpretação popperiana sobre o fazer ciência poderia ser definitivamente sepultada. A apresentação convincente, por parte de Kuhn, dos fatores extracientíficos que poderiam interferir no processo (como financiamento de pesquisas e preferências de publicação), somados a uma interpretação correta da postura da maioria dos cientistas em relação às suas teorias (dificuldade de assimilar contraexemplos e, por vezes, defesa intransigente), demonstrou que, na atividade científica, estavam presentes posturas que transgrediam a racionalidade identificada por Popper.

No entanto, um ponto de relevância foi frequentemente negligenciado: a ciência é um projeto humano, seus fundamentos, métodos, procedimentos, técnicas, temas, problemas, hipóteses, testes, são criados por nós, seres humanos. Não se trata de algo natural, inalcançável pela capacidade humana de transformação e direcionamento. Em razão da inexistência de regras rígidas e da diversidade humana, o fazer ciência se constituiu, como o debate da Filosofia da Ciência nas últimas décadas demonstrou, em algo muito rico e variado. No entanto, ao observar-se isso, apresenta-se a pergunta: existe algo de comum, uma identidade, neste variado processo de fazer ciência? Ou ainda: o que deveria ser buscado, ou preservado, para que a ciência possa continuar a atender às expectativas da sociedade? É exatamente em relação a este tipo de questionamento que as idéias de Popper mostram sua relevância.

A valorização do caráter racional da ciência, por parte de Popper, tem relação não só com o que o autor deseja para a ciência, mas também com o que pretende para a sociedade. Podemos entender a proposta popperiana mais como um projeto que busca preservar, para a ciência e para a sociedade, características avaliadas por ele como essenciais e de longa tradição na história humana. A esse respeito, afirma:

Um dos ingredientes mais importantes da civilização ocidental é o que poderia chamar de “tradição racionalista”, que herdamos dos gregos: a tradição do livre debate – não a discussão por si mesma, mas na busca da verdade. A ciência e a filosofia helênicas foram produtos dessa tradição, do esforço para compreender o mundo em que vivemos; e a tradição estabelecida por Galileu correspondeu ao seu renascimento. Dentro dessa tradição racionalista, a ciência é estimada, reconhecida, pelas suas realizações práticas, mais ainda, porém, pelo conteúdo informativo e a capacidade de livrar nossas mentes de velhas crenças e preconceitos, velhas certezas, oferecendo-nos em seu lugar novas conjecturas e hipóteses ousadas. A ciência é valorizada pela influência liberalizadora que exerce – uma das forças mais poderosas que contribuiu para a liberdade humana. (POPPER, 1972, p. 129)

A principal característica que Popper procura destacar na ciência seria, portanto, seu caráter racional. E na concepção popperiana, haveria uma ligação entre essa racionalidade desejada e outras duas características importantes da ciência: a busca da verdade e a expansão do conhecimento. No texto denominado “Verdade, Racionalidade e a Expansão do Conhecimento Científico”, Popper sustenta:

O progresso contínuo é uma parte essencial do caráter racional e empírico do conhecimento científico; se deixa de progredir, a ciência perde seu caráter. É esse crescimento que a torna racional e empírica: o modo como os cientistas discriminam entre as teorias disponíveis, escolhendo as melhores ou, se falta uma teoria satisfatória, a forma como justificam a rejeição de todas as teorias propostas, sugerindo assim algumas das condições que uma teoria satisfatória deveria apresentar. (POPPER, 1972, p. 241)

O autor esclarece, na sequência, que não acredita em uma lei histórica do progresso, ou seja, esse progresso do conhecimento científico não seria algo predeterminado, uma necessidade histórica; mas, sim, algo que tem ocorrido em razão da atitude intelectual das pessoas envolvidas no processo. A respeito desta postura diz:

Mas a ciência é uma das poucas atividades humanas – talvez a única - em que os erros são criticados sistematicamente (e com frequência corrigidos). Por isso podemos dizer que, no campo da ciência, aprendemos muitas vezes com nossos erros; por isso podemos falar com clareza e sensatez sobre o *progresso científico*. Na maior parte dos outros campos de atividade do homem, ocorrem mudanças, mas raramente há progresso – a não ser dentro de uma perspectiva muito estreita dos nossos objetivos neste mundo. Quase todos os ganhos são neutralizados por alguma perda – e quase nunca sabemos como avaliar as mudanças. (POPPER, 1972, p. 242)

Portanto, a racionalidade da ciência, na concepção popperiana, está ligada à possibilidade de discussão crítica das opções de explicação, que se complementaria com a atitude de revisão ou mudança de teoria, que deve ocorrer para se preservar o caráter racional do empreendimento científico, tendo como base critérios definidos que possam garantir uma comparação e uma escolha.

Sem critérios predefinidos, não haveria possibilidade de debate e escolha racional. As escolhas sobre as teorias em competição se dariam com base em preferências subjetivas ou fatores externos à ciência. No entanto, Popper afirma existir um critério importante que possibilitaria uma escolha racional, permitindo, assim, se falar em progresso. A esse respeito, avalia:

O referido critério de adequação relativa potencial (*relative potential satisfactoriness*), que formulei há algum tempo e que, incidentalmente, nos permite graduar as teorias, é extremamente simples e intuitivo. Caracteriza como preferível a teoria que nos diz mais – isto é, a teoria que contém mais informação empírica, ou *conteúdo*; que é logicamente mais forte; que tem maior capacidade explicatória e poder de previsão; e que, portanto, pode ser *testada mais rigorosamente*, pela comparação dos fatos previstos com observações. Em resumo, preferimos as teorias interessantes, ousadas e altamente informativas às que são triviais. Todas essas propriedades desejadas numa teoria vêm a dar numa só coisa: um teor maior de *conteúdo* empírico, uma maior *testabilidade*. (POPPER, 1972, p. 243)

A contribuição de Popper deve ser encarada, portanto, não só como uma tentativa de descrição fiel de como se faz ciência, mas sobretudo como uma proposta que se destina a preservar, para a ciência, as características que ele avalia como fundamentais na tradição do pensamento ocidental. A tentativa de preservar características como o debate livre e crítico, a avaliação atenta e cuidadosa das idéias alheias, a definição de critérios de avaliação, a busca de aperfeiçoamento das ideias e a possibilidade de escolha racional entre conjecturas disponíveis é

um projeto com repercussões não só na ciência, mas também no plano social. Todas essas características têm relação com os receios e expectativas de Popper para a ciência e a sociedade.

O compromisso de Popper com o ideal de liberdade e a forma de governo democrática se traduziu em substancial produção acadêmica. Além dos mais conhecidos “A sociedade aberta e seus inimigos” (POPPER, 1974) e “A miséria do historicismo” (POPPER, 1980), o autor escreveu uma série de textos em que a crítica a todas as formas de autoritarismo e à violência para a solução de conflitos são uma constante, entre eles destacam-se: “Humanismo e razão”, “Utopia e violência”, “A história do nosso tempo: uma visão otimista”, “A opinião pública e os princípios liberais”, “Previsão e profecia nas ciências sociais”, todos eles reunidos na obra “Conjecturas e refutações” (POPPER, 1972), além da obra “Lógica das ciências sociais” (POPPER, 1978).

Um tratamento adequado das propostas sociais e políticas que derivam desses compromissos de Popper com a racionalidade, a liberdade e a democracia, poderia ser realizado em trabalho independente, já que foge aos objetivos principais deste artigo. No entanto, esses mesmos compromissos levaram a posicionamentos que delinearão a visão de Popper sobre a ciência. E as características da proposta popperiana, abordadas até aqui, podem ser mais adequadamente compreendidas quando se analisa o que Popper desejava evitar, o que ele temia.

A preocupação de Popper em preservar o que poderia restar do conceito de verdade (não se deve esquecer que ele foi um dos principais responsáveis pelo questionamento das concepções de origem positivista sobre a verdade das teorias científicas), ou seja, sua proposta de apresentar a verdade como um farol que ilumina a busca, um objetivo não atingível, mas que deve ser perseguido, pode ser entendido como uma tentativa de garantir as condições para uma escolha e um debate racional na ciência.

O apoio fundamental para Popper continuar se referindo ao conceito de verdade (na forma do conceito de ‘verossimilitude’: aproximação da verdade), foram as ideias de Alfred Tarski, cuja teoria defendia o livre uso da ideia intuitiva da verdade como correspondência com os fatos. Segundo Popper, o caráter “altamente intuitivo” das ideias de Tarski torna-se mais claro ao se considerar o conceito de “verdade” como um sinônimo de “correspondência com os fatos”, então, para melhor compreensão, se deixaria o conceito de “verdade” de lado, para se explicar a ideia de “correspondência com os fatos”:

Vamos considerar assim em primeiro lugar as duas formulações seguintes, cada uma das quais enuncia muito simplesmente (numa metalinguagem) as condições necessárias para que uma determinada assertiva (de linguagem objeto) corresponda aos fatos:

- 1) A afirmativa “a neve é branca” só corresponde aos fatos se a neve for, de fato, branca.
- 2) A afirmativa “a grama é vermelha” só corresponde aos fatos se a grama for, de fato, vermelha.

Essas formulações soam, naturalmente, triviais. Mas Tarski descobriu que, a despeito da sua aparente trivialidade, elas continham a solução para o problema de como explicar a correspondência com os fatos.

O ponto decisivo é a descoberta de Tarski de que, para falar em correspondência com fatos, como no caso de 1) e de 2), precisamos usar uma

metalinguagem que possibilite *falar sobre duas coisas: as afirmativas e os fatos às quais elas se referem*. (Tarski denomina a metalinguagem desse tipo “semântica” – uma metalinguagem em que podemos falar sobre uma linguagem objeto, mas não sobre os fatos aos quais ele se refere, é chamada “sintática”). Quando conseguimos satisfazer a necessidade de uma metalinguagem (semântica), tudo se torna claro. (POPPER, 1972, p. 249)

As afirmativas das teorias podem, segundo Popper, ser comparadas com os fatos e comparadas entre si. Uma escolha racional seria possível, pois se daria preferência por teorias com maior conteúdo empírico (com maior testabilidade), selecionando-se, evidentemente, aquelas com um resultado positivo na confrontação com os fatos. Desse modo, a escolha racional estaria supondo a preferência pelas teorias com maior conteúdo corroborado. Dessa forma, a ideia de verdade (mais precisamente de aproximação da verdade) estaria funcionando como um princípio regulador, um critério que possibilitaria o debate e a escolha racional, permitindo-se falar em progresso do conhecimento. Nas palavras de Popper (1972, p. 252):

O *status* da verdade no sentido objetivo, entendida como correspondência com os fatos, e sua função como princípio regulador podem ser comparados à situação de um pico montanhoso, usualmente envolto em nuvens. Um alpinista não só terá dificuldade em alcançá-lo, mas também não saberá quando o alcançou, pela dificuldade em distinguir o pico principal dos subsidiários, no meio das nuvens. Mas isso não afeta a existência objetiva do pico. Se o alpinista disser: “tenho dúvida sobre se cheguei ao pico principal”, estará reconhecendo, por implicação, sua existência objetiva. A própria ideia do erro, ou da dúvida (no sentido normal e corrente) implica a ideia de uma verdade objetiva que podemos deixar de alcançar.

É importante salientar que essa busca de critérios está, na filosofia da ciência de Popper, diretamente ligada à preocupação com as possibilidades de escolhas e debates racionais. Se não há critérios a respeito dos quais se estabeleça uma concordância (mesmo que limitada temporalmente), as definições a respeito de qual explicação deve ser adotada recaem sobre fatores não objetivos, ou seja, não havendo critérios previamente acordados, cada um poderia utilizar os critérios que considerasse mais adequado, o que inviabilizaria qualquer debate racional, pois os próprios critérios de definição seriam variáveis, sujeitos a preferências de ordem pessoal: em síntese, critérios subjetivos.

De acordo com Popper, se o fazer ciência perder de vista essas características de busca de explicações mais satisfatórias, critérios convencionados de escolha e debate racional, a ciência estará se distanciando de tudo aquilo que a distingue das outras formas de conhecimento e colocando em risco sua própria identidade (evidentemente à luz da interpretação de Popper sobre a ciência).

### **O ponto forte dos críticos das abordagens de mudança conceitual: a complexidade do processo de aprender Ciências**

Os debates sobre o tema da mudança conceitual começaram na década de 1970 e representaram uma continuidade no processo de aprofundamento das concepções construtivistas. A ênfase do construtivismo no aspecto de que o conhecimento dos alunos passaria por um processo de construção, ou seja, seria algo que se daria ao longo do tempo - e não automaticamente ou por memorização passiva, no ato da apresentação de novos conhecimentos - conduziu às reflexões sobre como isto de fato aconteceria. A partir de então, abriu-se todo um leque de investigações que tinha por objetivo principal entender esse processo de construção do conhecimento pelo aluno, não somente a partir da interação de elementos internos e externos à sua mente (seus conhecimentos e o ambiente a ser conhecido), mas também a partir das inter-relações entre os conhecimentos que ele já possuía com aqueles que deveriam ser “transmitidos” em sala de aula.

Com base no trabalho de Osborne e Wittrock, Bastos, Nardi e Diniz (2001) sintetizam algumas das questões que impulsionavam as pesquisas sobre o tema da mudança conceitual:

Pesquisas realizadas na década de 1970 mostraram que (a) as crianças possuem concepções “sobre uma variedade de tópicos em ciência, desde uma idade precoce e antes da aprendizagem formal da ciência”; (b) as concepções das crianças “são frequentemente diferentes das concepções dos cientistas”; e (c) as concepções das crianças “podem não ser influenciadas pelo ensino de ciências, ou ser influenciadas de maneira imprevisita”. Além disso, dados obtidos em diferentes países e por meio de diferentes “metodologias de investigação” foram similares, o que reforçou ainda mais o fenômeno da existência, entre crianças e jovens, de concepções que eram em maior ou menor grau contraditórias com os conhecimentos científicos vigentes. (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 1)

Os autores observam que esses resultados evidenciavam que as escolas estavam falhando em “transmitir” às crianças as concepções científicas que, institucionalmente, se esperava que transmitissem com sucesso. Além disso, se percebeu que os alunos, por si mesmos, construíam uma série de ideias e explicações, baseados em suas experiências pessoais e informações recebidas fora do ambiente escolar, sobretudo por meio da mídia. Percebeu-se, também, que essas concepções tinham certa resistência a mudanças e podiam constituir obstáculos ao aprendizado escolar. Foram denominadas “concepções, conceitos ou ideias alternativas, ingênuos, intuitivos, espontâneos ou de senso comum” (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 1).

Ao longo da década de 1980, as investigações se concentraram em descobrir como essas concepções alternativas poderiam ser mudadas ou eliminadas, abrindo espaço para as concepções aceitas pela comunidade científica como as mais adequadas naquele momento histórico, e que seriam, por consequência, as que deveriam ser ensinadas em sala de aula. A esse respeito, observa Nussbaum (1989, p. 530):

O conceito de aprendizado e a mudança conceitual se encontram no centro do aprendizado da ciência, uma vez que os conceitos fornecem o elemento de organização e os princípios diretivos para todas as lições, assim como para todos os trabalhos de laboratório ou de campo. Desta forma, é muito significativo para a pesquisa da educação em ciências chegar a um entendimento profundo da dinâmica da mudança conceitual na sala de aula, caminhando das pré-concepções ingênuas para as desejadas concepções “científicas”. Depois de vencer este desafio, esperamos ser capazes de planejar estratégias de ensino apropriadas para promover a mudança conceitual pretendida.

Desde então, os debates sobre mudança conceitual, sobretudo em razão da abordagem de autores como Posner (1982), Nussbaum (1989), Strike (1992), incluíram uma abordagem que buscou um paralelo entre a mudança conceitual em sala de aula e a mudança de teorias (ou paradigmas, ou programas de pesquisa) no âmbito científico. Esse caminho, apesar de a mudança conceitual em sala de aula e a mudança dos paradigmas científicos possuírem suas especificidades, se mostrou produtivo e deu origem a uma série de contribuições.

Em um trabalho que se tornou referência para o tema da mudança conceitual, Posner (1982) buscou inspiração nas idéias de Lakatos e Kuhn para defender a proposta de ‘conflitos cognitivos’. De acordo com Posner, Lakatos e Kuhn teriam definido as condições em que as mudanças teóricas ocorreriam na ciência. No que Posner denomina de primeira fase da mudança conceitual em ciência, as concepções centrais que os cientistas utilizam estariam organizadas em ‘programas de pesquisas’ (Lakatos) ou ‘paradigmas’ (Kuhn). Em seguida, afirma:

A segunda fase da mudança conceitual ocorre quando essas concepções centrais requerem modificação. Aqui o cientista fica cara a cara com um desafio às suas suposições básicas. Se a pesquisa prosseguir, o cientista deve adquirir novas concepções e uma nova forma de ver o mundo. Kuhn denomina este tipo de mudança conceitual de “revolução científica”. Para Lakatos isto é uma mudança de programas de pesquisa. (POSNER, 1982, p. 212)

Segundo Posner, teríamos exemplos análogos de mudança conceitual na aprendizagem. O conceito de ‘assimilação’ é utilizado para descrever a situação em que os estudantes usam conceitos correntes para tratar um novo fenômeno. Mas, como as concepções dos estudantes, com frequência, são inadequadas para permitir um entendimento adequado do novo fenômeno, eles precisam substituir ou reorganizar seus conceitos centrais. Posner utilizou o conceito de ‘acomodação’ para descrever essa segunda forma mais radical de mudança conceitual.

O ponto de maior interesse para o desenvolvimento deste item se refere ao papel que Posner, baseado em suas pesquisas, considerou o mais adequado para o professor de ciências. Segundo ele, o professor não deveria se limitar ao papel de esclarecedor de idéias e apresentador de novas informações, mas deveria assumir dois papéis adicionais: 1 O de adversário, no sentido de tutor sócrático: “Neste papel, o professor confronta os estudantes com o problema surgido a partir de suas tentativas para assimilar novas concepções” (POSNER, 1982, p. 227).

O autor esclarece a necessidade de se entender o confronto de um ponto de vista impessoal, porquanto são *concepções* que estariam sendo comparadas; e 2 O de modelo de pensamento científico, que incluiria “[...] uma implacável busca por consistência entre as idéias e entre teoria e evidência empírica, um ceticismo em relação ao uso excessivo de idéias *ad hoc* nas teorias e uma postura crítica em relação ao que seriam ajustes razoáveis nas discrepâncias entre teoria e resultados” (POSNER, 1982, p. 227).

A abordagem de Posner, que tinha como consequência a proposta de conflito cognitivo para levar à desejada acomodação (reorganização ou substituição de concepções inadequadas dos estudantes), conseguiu influenciar de forma marcante os debates posteriores, e acabou conduzindo, posteriormente, a um processo de questionamento da validade pedagógica dos conflitos cognitivos.

Como a concepção de conflito cognitivo estava muito associada à abordagem de mudança conceitual, esta última passou, nos últimos anos, a ser questionada. Ao mesmo tempo, as propostas construtivistas, que davam o suporte pedagógico para as abordagens de mudança conceitual, passaram também a receber críticas. Em artigo já citado, que aponta para questões de grande relevância, Bastos e colaboradores (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001) procuram entender o impacto dessas críticas para a visão construtivista. Ao indagarem se esses questionamentos teriam atingido os princípios básicos da visão construtivista declaram:

Acreditamos que não, por uma série de razões: (a) a idéia de que os conhecimentos (cotidianos, científicos, filosóficos etc.) representam construções, produções ou elaborações da mente humana (e não cópias da realidade) está firmemente estabelecida em filosofia e psicologia, e não tem como consequência necessária um ensino por mudança conceitual, o que significa que, a rigor, o questionamento do ensino por mudança conceitual não pode causar danos a uma visão construtivista do processo de produção de conhecimentos na ciência ou do processo de aprendizagem no indivíduo;

(b) os argumentos empregados nas discussões voltadas para a análise crítica do ensino por mudança conceitual nem sempre são os mais adequados, conforme procuraremos mostrar a seguir. (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 5)

Os autores entendem que as críticas em questão diriam respeito, mais diretamente, às propostas de conflito cognitivo e mudança conceitual. No caso de Mortimer (2000), a crítica seria que as estratégias de ensino voltadas para a mudança conceitual seriam pouco efetivas, pois os indivíduos não abandonariam suas concepções anteriores para construir concepções novas. Ao invés disso, eles continuariam utilizando suas concepções alternativas em situações específicas, formando um ‘perfil conceitual’, no qual estariam reunidas, simultaneamente, versões distintas para um mesmo conceito.

Em relação a Solomon (1994), os autores observam a defesa da coexistência, na mente dos indivíduos, de sistemas de conhecimento com epistemologias diferentes (como o saber cotidiano e a ciência). A tentativa, por parte do professor, de produzir mudanças conceituais, seria encarada como posição de força para a submissão a novas formas de pensamento e novos conceitos.

Os autores relatam ainda as críticas de Cachapuz (2000) ao ensino por mudança conceitual, que desvalorizariam temas como o das finalidades educacionais, e recordam também dos argumentos de Mortimer (2000) e Gil-Pérez et al. (1999), de que o ensino por mudança conceitual teria desconsiderado os aspectos afetivos da aprendizagem, recorrendo a estratégias de conflito cognitivo que gerariam insegurança, inibição e rejeição entre os alunos.

Todos os debates dos últimos anos envolvendo o tema da mudança conceitual contribuíram para se compreender, com mais profundidade e detalhes, o que ocorre com os indivíduos durante o processo de aprendizagem. As críticas acabaram chamando a atenção sobre alguns aspectos importantes, como os relacionados acima, e o reconhecimento dessas contribuições, como o texto de Bastos e colaboradores mostra (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001), pôde colocar o debate em outro patamar. De fato, eles reconhecem a importância dos argumentos dos críticos da proposta de mudança conceitual, mas ao mesmo tempo procuram identificar os pontos importantes da proposta que indicariam problemas relevantes a serem explorados:

Note-se porém que a possibilidade da coexistência de saberes discrepantes na mente dos indivíduos não deve servir como argumento para negar *o fato evidente de que as pessoas, ao longo da vida, podem mudar radicalmente suas idéias, valores e atitudes*. Em outras palavras, tanto a formação de perfis *como também as mudanças de natureza conceitual* são processos passíveis de ocorrer na mente de um indivíduo. Parece pouco plausível que as pessoas, ao aprender, apenas incorporem novas informações e idéias, formando perfis, sem que isso tenha qualquer impacto no restante de seu conteúdo mental (conhecimentos, concepções, valores, crenças etc.). (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p.7)

Os autores indicam a possibilidade de ocorrência tanto de casos de mudança conceitual e de formação de perfil conceitual, como de outros processos, como o de construção e modificação de conhecimentos que não possuem o status de concepção (que não fariam parte dos saberes que o indivíduo toma como válidos). No entanto, após esse reconhecimento do processo de aprendizagem como algo muito mais rico e complexo do que se supunha no início das abordagens de mudança conceitual, os autores apresentam uma questão que leva a refletir sobre essa tradição: “a noção de conflito cognitivo deve ser banida das discussões sobre ensino de ciências?” (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 10).

Os autores reconhecem que a questão é controversa, mas observam que a educação científica não poderia abrir mão dos problemas e questionamentos. Apoiados em Gil Pérez et al. (1999), argumentam que não se trata de eliminar os conflitos cognitivos, mas de mudar o foco, fazendo os alunos enxergarem suas ideias e as dos outros como hipóteses de trabalho, e afirmam:

Além disso, é particularmente importante colocar para os alunos que nosso crescimento pessoal e intelectual pode ser severamente obstaculizado se nos fecharmos em nossas concepções e nos negarmos a considerar a validade de outras possíveis alternativas da realidade (a falta de humildade intelectual torna-se então uma atitude nociva para o indivíduo). (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 10)

Ou seja, sempre estará aberta a possibilidade de comparações, e seria ingênuo, como os autores observam, supor que as concepções dos alunos devam ser protegidas de questionamentos, “permanecendo intocadas pelo ensino escolar”. No entanto, o foco passa a ser a resolução de problemas, ou seja, desloca-se o interesse de uma ênfase excessiva no conflito cognitivo e na mudança conceitual, para a apresentação de situações problemáticas de interesse dos alunos. Os problemas passam a estar no centro das atenções e as hipóteses, que procuram explicá-los, inevitavelmente acabam sendo comparadas.

Após destacar vários aspectos sobre a importância dos problemas e questionamentos na educação científica, inclusive lembrando que as situações problemáticas ou desafiadoras em geral são atraentes para os alunos, os autores concluem que “[...] os problemas e questionamentos têm uma importância crucial para o processo de construção de conhecimentos na escola” (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 12).

Ao voltar a atenção para o entendimento adequado dos conteúdos ensinados, os autores observam que a compreensão poderia se dar em função de um processo de mudança conceitual, ou pela formação de perfis conceituais, ou ainda pela construção de conhecimentos sem *status* de concepção, ou seja, a forma como a compreensão se dá poderia ser variada, mas o fundamental seria saber se, o que foi assimilado, o foi de acordo com o que a escola esperava:

Em qualquer uma dessas situações, porém, os significados que forem sendo construídos precisarão ser continuamente aperfeiçoados (checados e retificados) para que se tornem coerentes com os conhecimentos científicos atuais. Isso faz com que os questionamentos e desafios assumam uma importância dentro do processo de aprendizagem (o aluno dificilmente será capaz de aperfeiçoar seus conhecimentos se não puder questioná-los ou desafiá-los). (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 12-3)

As contribuições dos críticos das abordagens de mudança conceitual, fundamentais para se entender mais adequadamente os vários processos envolvidos na aprendizagem, conduziram o debate para o seguinte problema: se, de fato, os alunos mantêm concepções alternativas, durante, e mesmo depois de finalizado o processo de aprendizagem de um conteúdo específico, como o professor deve se comportar frente a isso?

Em outras palavras: existe um conteúdo - um conjunto de conceitos, ideias e teorias - que é apresentado, no mínimo, como o melhor conhecimento disponível naquele momento da história [supondo-se a vigência de uma visão de ciência mais atualizada, apoiada na contribuição dos principais filósofos da ciência do século XX]. Este conteúdo, em razão da credibilidade alcançada no meio científico, acaba, depois de certo tempo, se incorporando ao conjunto de conhecimentos que a sociedade avalia como importantes para serem transmitidos pela escola.

Existe, portanto, uma expectativa institucional (da escola) e da sociedade (ou da parcela da sociedade que se ocupa desses assuntos) de que certos conteúdos devem ser não só “transmitidos”, mas que se compreenda por que possuem aquele *status*, ou seja, existe a expectativa de que os alunos compreendam por que aquelas teorias, ideias e conceitos adquiriram credibilidade tal que as autorizaram a serem ensinadas nas escolas. Dito de uma forma mais direta: por que os alunos deveriam aprender os conteúdos ensinados se já possuem versões próprias?

Essas questões ajudam a compreender os argumentos que enfatizam a importância dos problemas para o ensino de ciências. Quando um problema é apresentado, ele pode dar origem a vários tipos de explicações. Não seria importante para o aluno avaliar essas idéias? Mesmo que o aluno não compreenda adequadamente, em um primeiro momento, todos os detalhes e o alcance da teoria que está sendo ensinada, mesmo que continue utilizando suas concepções em outros contextos, não seria interessante que percebesse as diferenças e entendesse por que a comunidade científica avalia aquela forma de explicação como a melhor naquele momento? A ausência de comparações, ou a falta de atenção para os pontos de diferença ou divergência entre as explicações não conduziria a uma situação de comodismo? As explicações, cada uma aplicada ao seu contexto, se equivalem? Essas questões, como se procurará demonstrar no item seguinte, podem ser debatidas e aprofundadas, de forma interessante, pela teoria popperiana.

### **O ponto forte da contribuição de Popper ao Ensino de Ciências**

O estudo mais detalhado das contribuições de Popper permite perceber que a interpretação do que é a ciência e, mais do que isso, o que se deseja para ela, tem repercussões amplas: políticas, sociais e, o que é do interesse deste item, no âmbito do Ensino de Ciências.

A reconstrução que Popper realiza do fazer ciência procura apresentar certas características como imprescindíveis: um critério objetivo de escolha entre teorias concorrentes, a possibilidade de debate racional entre os cientistas, a possibilidade de se falar em progresso do conhecimento científico. Ao mesmo tempo em que a contribuição teórica de Popper representa uma crítica contundente das concepções de ciência de influência positivista, procura preservar, por outro lado, aquelas características que o autor debita à “tradição racionalista”, que teríamos herdado dos gregos e que seria um dos componentes mais importantes da civilização ocidental (POPPER, 1972, p. 129).

Desse modo, poder debater racionalmente com alguém, no sentido de apresentar ideias e compará-las com as do interlocutor, havendo a possibilidade de se decidir (não necessariamente pela adoção total de uma ideia e pelo abandono absoluto da outra) com base em critérios convencionados, passíveis de aceitação mútua, representa, para Popper, a preservação de algo fundamental na tradição do pensamento ocidental, representa a própria ideia de racionalidade. O abandono dessas características significa, para Popper, abrir espaço para a subjetividade, o relativismo e o irracionalismo.

Uma das principais vantagens do estudo pormenorizado das idéias de Popper para o Ensino de Ciências seria, portanto, a possibilidade de se refletir com maior clareza a respeito das consequências que as concepções de ciência podem ter para esta área. No caso específico de Popper, a valorização do debate racional e não dogmático.

Se a reflexão se voltar, inicialmente, para o âmbito mais geral das consequências, na linha de abordagem que inicia este item, se perceberá que a adoção de uma ou outra concepção de ciência pode ter impactos importantes na postura do professor frente aos conhecimentos e ao processo de ensino.

Se o professor adotar os pontos de vista de Popper a respeito do fazer ciência, acabará apresentando aos alunos uma reconstrução da atividade científica que valoriza os aspectos

racionais. A possibilidade de um debate racional, de uma escolha entre teorias em disputa com base em critérios definidos, de uma visão de progresso científico, passaria a fazer parte da concepção de ciência apresentada aos alunos.

Mas quais seriam as vantagens de se apresentar a ciência deste modo, quando as contribuições de outros filósofos da ciência revelaram a influência de fatores extracientíficos neste processo?

A apresentação exclusiva de uma das interpretações sobre o fazer ciência corresponderia a um direcionamento e uma limitação incongruentes com o processo de ensino. Os alunos poderiam ser esclarecidos a respeito das várias posições presentes na Filosofia das Ciências, no entanto, a apresentação das ideias de Popper, ao valorizar os aspectos racionais da ciência, daria ensejo a reflexões a respeito da importância, ou não, de se buscar um fazer ciência a partir das características que ele enfatiza.

Deste modo, os alunos poderiam ser informados, ao mesmo tempo, a respeito da influência de elementos não racionais no âmbito científico (neste aspecto, as contribuições de filósofos da ciência como Kuhn e Feyerabend seriam fundamentais) e, também, a respeito da importância em se buscar, de forma consciente, os aspectos racionais que Popper valoriza e identifica como relevantes para a cultura ocidental, e as formas de governo que prezam a liberdade e a democracia: respeito e avaliação criteriosa das ideias alheias, procura de critérios objetivos de avaliação de conjecturas, debate e escolha racional de teorias.

Em síntese, a riqueza do processo de fazer ciência<sup>6</sup> não seria escamoteado, a influência de fatores extracientíficos seria reconhecida, mas, simultaneamente, as características racionais que podem - e, segundo Popper, devem - fazer parte da ciência estariam presentes, até por uma questão de avaliação crítica dos alunos a respeito de sua real necessidade ou relevância. Os alunos seriam tratados como sujeitos ativos do processo ensino-aprendizagem, pois participariam da discussão e compreensão dos conceitos científicos, sempre tendo como ponto de partida um problema, que seria o impulsionador de todo o processo, garantindo maior envolvimento e participação, sempre com a consciência de que se trata de hipóteses de trabalho, conjecturas, evitando-se assim que as avaliações e críticas sejam tomadas no sentido pessoal.

A reflexão a respeito do que seria necessário para a existência de um debate racional no meio científico seria aberta aos alunos. Isto poderia fazer parte da formação dos estudantes no que diz respeito às regras de debate, de discussão crítica, de processos argumentativos, em que se espera (segundo a tradição de pensamento ocidental enfatizada por Popper) uma 'aproximação da verdade', no sentido de uma definição pelas ideias com maior poder de convencimento em razão de sua capacidade explicativa.

Um aprendizado como esse seria de extrema relevância para os alunos, não só para a sua formação como sujeitos aptos a participarem de debates acadêmicos, mas, também, para sua formação enquanto cidadãos.

Quais seriam as condições que permitiriam um debate que pudesse conduzir a esclarecimentos importantes sobre temas de relevância na formação científica do aluno? Um debate

---

<sup>6</sup> A esse respeito ver Feyerabend (1979).

produtivo em busca das melhores explicações poderia ocorrer se uma das interpretações (ao estilo positivista) é apresentada como “a verdade” a respeito de determinado assunto? Ou se a decisão a respeito de qual teoria aceitar se coloca exclusivamente no plano de fatores externos ao debate (número de árduos defensores de uma teoria, influência do professor, de modismos etc)?

Institucionalmente, a escola é pensada por muitos (sob influência da tradição positivista) como um espaço de ensino de “verdades”. Os debates da Filosofia da Ciência no século XX podem afirmar este espaço como de ‘busca da verdade’ (no sentido popperiano de um farol inalcançável que orienta a navegação), ou como um espaço sob influência de fatores não racionais. Na verdade, tudo depende das decisões daqueles que estão envolvidos com o processo educativo. Mas, é relevante notar que a opção por uma ou outra concepção de ciência, quando levada pelo encadeamento lógico das consequências que se ligam às premissas iniciais, pode acabar conduzindo a uma concepção de educação que valoriza, ou não, o livre debate; que acredita, ou não, na possibilidade de uma discussão racional; que encara o processo educativo como busca real das melhores explicações, ou como mero processo de convencimento por verdades já estabelecidas pela tradição, ou pelo maior número de defensores.

O ponto forte da contribuição de Popper para o Ensino de Ciências está justamente em chamar a atenção para a importância das consequências que se derivam das concepções de ciência que adotamos. Evidentemente, há diferenças significativas entre o processo de formulação e definição das teorias científicas e o que ocorre no âmbito do processo de ensino nas escolas. A literatura na área de Ensino de Ciência já enfatizou devidamente essas especificidades. No entanto, não se trata aqui de simples paralelos, mas da compreensão de algumas consequências que se derivam da maneira como entendemos o processo de constituição e aceitação das teorias que são tidas como as melhores explicações de seu período.

A importância da contribuição de Popper, que enfatiza a relevância dos aspectos racionais da troca de ideias entre as pessoas (em todos os âmbitos: científico, econômico, político, educacional etc), fica mais evidente com o exercício de se imaginar como seriam os debates sem as características que ele preza. No meio científico, as teorias poderiam se consolidar não tanto em função de sua capacidade explicativa, mas por interesses políticos, econômicos, por pressões de grupos identificados com certas ideias. Como Kuhn procurou demonstrar, isto, de fato, pode ocorrer. Mas seria isso o que se espera da ciência? Foi sob os signos da imposição de ideias via retórica, recursos de proteção de certas teorias a qualquer preço, motivados por interesses variados, que a ciência moderna se constituiu? Ao se aceitar, sem questionamento, a influência de muitos fatores não racionais na atividade científica, não se estaria, mesmo que involuntariamente, abrindo espaço para uma modificação extremamente relevante em alguns pontos - procura da verdade, estabelecimento de critérios mais objetivos de avaliação e debate das teorias, consideração crítica de todas as ideias não apoiadas nos fatos e em uma boa lógica interna - que estavam estabelecidos desde sua origem?

Uma das contribuições mais importantes de Popper consistiu em chamar a atenção para os riscos de não atentarmos para a influência de posicionamentos que ele via como uma ameaça: o subjetivismo, o relativismo e o irracionalismo. Todos eles se constituindo em obstáculos para uma troca de ideias, na qual os interlocutores entrariam com suas teorias preferidas e estariam dispostos a ouvir e considerar sinceramente as ideias alheias, assim como, a avaliar as consequências dessa confrontação com isenção, a partir de critérios previamente estabelecidos.

Mas, no âmbito do Ensino de Ciências, quais seriam os riscos?

Primeiramente, pode-se pensar nas consequências de uma apresentação da ciência em que os aspectos racionais que Popper preza não são valorizados. Que tipo de imagem os alunos estariam formando de uma atividade em que o mais relevante para a consolidação de uma teoria seriam fatores, como: apoio político ou econômico, número de defensores dogmatizados e disposição de salvar a teoria preferida a qualquer custo? Mais uma vez, cabe enfatizar, não se trata de ignorar a influência desses fatores; eles estão presentes, são relevantes e, muitas vezes, decisivos. No entanto, o fato de que o fazer ciência tenha se tornado algo tão variado, não desobriga aqueles que com ela estão envolvidos em buscar o que seria o mais adequado para a sua preservação e desenvolvimento; evidentemente, a partir de certos valores e posicionamentos específicos.

No caso de Popper, esses valores seriam todos aqueles, já abordados aqui, que guardam relação com o caráter racional da Ciência. Por sua vez, eles conduziriam a um posicionamento em que a liberdade e o regime democrático seriam valorizados, pois seriam a garantia para os debates livres, nos quais o predomínio da racionalidade seria meta principal.

A Ciência é fruto da atividade humana consciente (embora, alguns aspectos inconscientes possam, por vezes, prevalecer, como a identificação absoluta de um cientista com suas ideias, com a consequente postura errônea de encarar as críticas como algo pessoal, o que, muitas vezes, conduz a uma postura dogmática), sendo, portanto, responsabilidade daqueles que a ela se dedicam, a sua caracterização principal e o delineamento de seus aspectos mais importantes.

E aquilo que Popper propõe como características principais da ciência leva, aos estudantes, uma imagem de uma atividade intelectual na qual as escolhas entre as propostas de explicação ocorrem em uma situação de debate racional: todas as conjecturas são cuidadosamente apreciadas, as hipóteses são avaliadas com base no seu potencial explicativo, há critérios convencionados de escolha, o objetivo principal não seria fazer valer a qualquer custo uma teoria preferida, mas buscar, com o auxílio das avaliações críticas mútuas, a melhor explicação. O efeito positivo desta imagem, na formação dos alunos, não deveria ser menosprezada.

Seria uma oportunidade importante para levar aos alunos reflexões de grande relevância no que diz respeito às regras de debates produtivos e consequências da adoção, ou não, de certos valores. Seria interessante, por exemplo, que os alunos avaliassem, até pela própria experiência, os resultados de um debate sem a preocupação com os aspectos que Popper considera fundamentais em qualquer troca de ideias. Seria um aprendizado esclarecedor, se tivessem a oportunidade de experimentar as consequências de um debate sem critérios de escolha definidos, em que o objetivo principal fosse fazer valer uma hipótese a qualquer custo.

Em um segundo momento, seria interessante avaliar as consequências de uma postura como a de Popper para um debate relevante no Ensino de Ciências, como aquele sobre as mudanças conceituais, mais particularmente, sobre a conveniência, ou não, dos conflitos cognitivos. Bastos, Nardi e Diniz (2001), apesar de admitirem a pertinência de algumas críticas à estratégia didática de conflitos cognitivos, procuraram enfatizar a importância de se preservar, nas discussões e outras atividades realizadas em sala de aula, um espaço para a explicitação de compreensões ou interpretações equivocadas; o que se daria por meio de questionamentos, problematizações e um debate bem conduzido. Existe a necessidade institucional das escolas em saber se os alunos estão ou não compreendendo os conteúdos científicos que estão sendo ensinados - que seriam, segundo a perspectiva popperiana, não teorias verdadeiras, mas o que

a comunidade científica considera comoo mais adequado até aquele momento – dessa forma, Bastos e colaboradores (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001, p. 12-3) afirmam que os questionamentos assumem uma importância central para a aprendizagem, pois oferecem condições para o aluno elaborar seus conhecimentos.

Uma questão fundamental, então, coloca-se: esses debates e questionamentos se dariam com base em quais princípios?

Posicionamentos derivados do positivismo sequer pactuariam com a ideia da importância de debates, pois haveria um só questionamento: aquele que parte da teoria “verdadeira” para levar à substituição da concepção trazida pelo aluno. Por outro lado, concepções que criticaram a conveniência da estratégia pedagógica baseada nos conflitos cognitivos<sup>7</sup> parecem não ver importância nas confrontações e debates, pois as concepções alternativas continuariam presentes nos alunos.

Posicionamentos como os de Bastos, Nardi e Diniz (2001), que reconhecem a importância dos problemas e questionamentos, podem encontrar, nas ideias de Popper a respeito da relevância de debates racionais e suas regras, um importante apoio. O confronto entre hipóteses na ciência é, evidentemente, diferente daquele que pode ocorrer entre a concepção do aluno e a que vai ser ensinada na escola, no entanto, pode-se defender, sem problemas, a utilização dos mesmos critérios de debate. Se o objetivo é fazer com que o aluno compreenda, adequadamente, as teorias aceitas pela comunidade científica naquele período, e se ele possui concepções prévias a respeito do que vai ser ensinado; por que não utilizar os critérios valorizados por Popper como garantidores de um debate racional na ciência?

Uma forma de levar o aluno a compreender os conceitos e as teorias científicas seria compará-las com as suas concepções, tendo os critérios do debate racional (segundo Popper) como referência. Dessa forma, o aluno poderia ser levado a comparar a capacidade de explicação, a coerência interna e a resistência às confrontações com os fatos das explicações que tivesse, como alternativa. E isto constantemente, como Bastos observou – com base em Gil Pérez e em total consonância com Popper – fazendo os alunos entenderem suas próprias ideias e as dos outros como hipóteses de trabalho (BASTOS, NARDI e DINIZ, 2001).

Este último aspecto é de extrema relevância, pois apresentar as ideias como hipóteses de trabalho foi algo fundamental para a concepção popperiana de ciência. A crítica de Popper à ideia positivista de teorias “verdadeiras” derivadas dos fatos, e sua defesa da avaliação rigorosa de qualquer proposta de explicação, conduziram à compreensão de que, no debate científico, teríamos muito a ganhar se considerássemos as teorias como conjecturas, ou seja, como hipóteses de trabalho.

Apresentar o debate nestes termos, no âmbito do Ensino de Ciências, conduz a resultados interessantes. Em primeiro lugar, leva a uma amenização dos confrontos, dessa forma, respondendo às preocupações de todos aqueles que criticavam as estratégias de *conflito conceitual* pelo desgaste que representariam para os alunos. Em segundo lugar, representa uma oportunidade muito importante de amadurecimento intelectual dos alunos, que poderiam experi-

---

<sup>7</sup> Como, por exemplo, Mortimer (2000) e Solomon (1994).

mentar a distinção entre as suas ideias e a sua própria pessoa, processo fundamental para o exercício do debate racional e o combate ao dogmatismo.

Dessa forma, os alunos estariam sendo incentivados a terem uma percepção mais clara do ‘terceiro mundo’ que, segundo Popper, seria o mundo das ideias no sentido objetivo, “[...] o mundo das teorias em si mesmas e de suas relações lógicas, dos argumentos em si mesmos, e das situações de problema em si mesmas” (POPPER, 1975, p. 152). Ou seja, os alunos teriam a oportunidade de exercitarem a separação entre este ‘terceiro mundo’ e o ‘segundo’: o mundo dos estados mentais, das experiências subjetivas e pessoais.

Segundo Popper, o aprendizado humano se daria, basicamente, pelas interações entre o ‘segundo’ e o ‘terceiro mundo’. Aprenderíamos, fundamentalmente, a partir de conhecimento já constituído (‘terceiro mundo’), que deveria ser questionado, avaliado e modificado a partir de nossa postura crítica (‘segundo mundo’).

Sendo assim, não haveria razão em nos vincularmos, de forma dogmática, a ideias que fazem parte do ‘terceiro mundo’, pois tudo que nele está presente é passível de críticas e modificações; se isso não for feito por nós, com certeza o será por outros. E tudo isso é próprio de um tipo de funcionamento que é, de certa forma, esperado no debate científico, ou em qualquer outro que preze as características racionais de discussão que, segundo Popper, devem estar presentes na ciência.

---

## Referências

- BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. S. Objeções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia, 2001. 1 cd-rom.
- CACHAPUZ, A. F. (Org.). **Perspectivas de ensino**. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, 2000.
- FEYERABEND, P. Consolando o especialista. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979. p. 244-84.
- GIL PÉREZ, D. et al. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 17, n. 3, p. 503-12, 1999.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.
- \_\_\_\_\_. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979a. p. 5-32.

- KUHN, T. Reflexões sobre os meus críticos. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979b. p. 285-343.
- LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madri: Alianza Editorial, 1983.
- \_\_\_\_\_. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979. p. 109-243.
- LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.
- NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 11, special issue, p. 530-40, 1989.
- POPPER, K. R. **A miséria do historicismo**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1980.
- \_\_\_\_\_. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979. p. 63-71.
- \_\_\_\_\_. **Lógica das ciências sociais**. Brasília: UNB, 1978.
- \_\_\_\_\_. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.
- \_\_\_\_\_. **A sociedade aberta e seus inimigos**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1974.
- \_\_\_\_\_. **Conjecturas e refutações**. Brasília: UNB, 1972.
- POSNER, G. et al. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, Nova York, v. 66, n. 2, p. 183-200, 1982.
- SOLOMON, J. The rise and fall of constructivism. **Studies in Science Education**, Leeds, v. 23, p. 1-19, 1994.
- STRIKE, K. A.; POSNER, G. I. A revisionist theory of conceptional change. In: DUSCHL, R. A.; HAMILTON, R. J. **Philosophy of science, cognitive psychology, educational theory and practice**. Albany: State University of New York Press, 1992. p. 211-27.