



Revista Eletrônica de Ciências da Educação, Campo Largo, v. 7, n. 2, nov. 2008.

O ENSINO DE CIÊNCIAS NUMA PERSPECTIVA FALIBILISTA

Paulo Eduardo de Oliveira¹

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)

Faculdade Cenequista de Campo Largo (FACECLA)

oliveira.p@pucpr.br

RESUMO

O presente artigo tem a intenção de mostrar de que modo a epistemologia de Karl Popper pode fundamentar uma abordagem falibilista do ensino de ciências. Partindo-se da compreensão das linhas fundamentais da filosofia popperiana, pode-se superar a tendência positivista que confere à ciência um estatuto de certeza e precisão que ela não pode atingir. O ensino da ciência, pautado na perspectiva falibilista, corresponde a uma visão epistemologicamente mais realista e eticamente mais honesta.

Palavras-chave: ensino, ciência, positivismo, falibilismo, modéstia intelectual.

ABSTRACT

This article intends to show how the epistemology of Karl Popper can base fallibilist approach to teaching science. Based on the understanding of the fundamental lines of Popper's philosophy, one can overcome the tendency positivist science that gives the status of certainty and precision that it cannot achieve. The teaching of science, based on an approach fallibilist, corresponds to a more realistic view epistemologically and ethically more honest.

Key-words: learning, science, positivism, falibilism, intellectual modesty.

¹ Professor da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e da Faculdade Cenequista de Campo Largo. Doutor em Filosofia pela PUCSP. Mestre em Filosofia pela PUCSP. Especialista em Filosofia pela UFPR. Professor, escritor, conferencista.



A CONCEPÇÃO POSITIVISTA DE CIÊNCIA

A ciência, na visão positivista, é o “estado fixo e definitivo”² do desenvolvimento do conhecimento humano. A tradição positivista conferiu à ciência uma *imagem fictícia*. Ao invés de mostrar suas possibilidades reais, tal tradição atribuiu à atividade científica uma série de características que, no decorrer da história recente da própria ciência, se mostraram insustentáveis.

A primeira e mais significativa dessas características refere-se à noção de verdade. Para o positivismo, o conhecimento científico, em virtude de sua precisão matemática e do rigor metodológico de sua construção, não apenas revela a verdade das coisas, mas identifica-se com a própria verdade. Tal concepção, por vezes, nos leva a usar o conceito de *verdadeiro* e de *científico* como se fossem sinônimos.

Outra importante característica que a tradição positivista atribui à ciência é o caráter determinista do mundo. Para os adeptos da concepção filosófica proposta por Augusto Comte, o mundo está pronto, acabado e definido de uma vez por todas. Numa palavra, ele está *posto* (o que, em latim, se afirma pela expressão *positum*, de onde vem o conceito de *positivismo*). Ora, se o mundo está determinado de modo absoluto e nós conseguimos explicá-lo pelo *elevado grau de avanço de nossa ciência*, então nossas explicações tornam-se a expressão daquilo que o mundo, de fato, é. A visão determinista assenta-se na crença de que o mundo respeita certa *regularidade* do universo, como se o mesmo universo fosse obrigado a respeitar as ‘leis da natureza’ e as ‘leis científicas’. Assim, todo o nosso empenho encerra-se em “tomar todos os fenômenos como sujeitos a *leis* naturais invariáveis”³. Note-se o destaque que Comte dá à palavra lei: de fato, a natureza, para ele, obedece a certas regras imutáveis. Esse é, em suma, o que significa o determinismo físico.

Cabe ressaltar, ainda, outra nota que a ciência recebeu daqueles que sustentam a crença positivista. Trata-se da confiança irrestrita no *método indutivo*. Desde Francis Bacon, a indução é a forma lógica aplicada à investigação científica.

² COMTE, Augusto. Curso de Filosofia Positiva. Primeira Lição, I. (Coleção Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1988, p. 4).

³ COMTE, Augusto. Curso de Filosofia Positiva. Primeira Lição, IV. (Coleção Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1988, p. 7). Grifo do autor.



Trata-se de um raciocínio que, partindo da verdade de premissas particulares verificadas pela experiência, tende a afirmar a verdade de premissas universais. Assim, se a proposição 'este cisne é branco' é verdadeira, uma vez que foi verificada inúmeras vezes pela experiência, também devemos considerar como verdadeira a proposição 'todos os cisnes são brancos'. O raciocínio indutivo é resultado da visão determinista, pois devota à natureza uma regularidade extrema, como se ela fosse um relógio de precisão absoluta e de movimentos eternamente repetidos, mas também na redução da validade do conhecimento aos dados observados. O que sustenta o raciocínio indutivista é, segundo Alan Chalmers⁴, o *princípio de indução*, que pode ser assim expresso: se um grande número de As, sobre uma ampla variedade de condições, apresenta a propriedade B, então todos os As têm a propriedade B. Nas palavras de Comte: "Todos os bons espíritos repetem, desde Bacon, que somente são reais os conhecimentos que repousam sobre fatos observados. Essa máxima fundamental é evidentemente incontestável, se for aplicada, como convém, ao estado viril de nossa inteligência"⁵.

O ENSINO DE CIÊNCIAS EM PERSPECTIVA POSITIVISTA

Não raras vezes, esta equivocada concepção de ciência é conservada na forma como o ensino de ciências é construído. Muitos textos didáticos apresentam uma linguagem que não consegue esconder os jargões positivistas. De modo geral, a física newtoniana serviu como modelo para a construção das ciências modernas, sua visão de mundo e, por conseqüência, para o ensino das ciências. Algumas de suas principais características são fundamentais para compreendermos os traços de uma pedagogia positivista da ciência.

Primeiramente, deve-se considerar que a física de Newton observa as exigências do método experimental desenvolvido por Galileu, no qual se destaca: a materialização da ciência, a geometrização do espaço, a matematização da natureza e a aplicação da lógica indutiva para fins de experimentação do mundo

⁴ CHALMERS, A. F. *O que é ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.

⁵ COMTE, Augusto. Curso de Filosofia Positiva. Primeira Lição, III. (Coleção Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1988, p. 5).



natural. A materialização da ciência mostra que a natureza não está vinculada a forças ou energias sobrenaturais. Todos os eventos e fenômenos têm uma causa estritamente natural e, dessa forma, é possível determinar a razão de qualquer evento. Em outras palavras, trata-se da *secularização* da ciência. Além de não depender da implicação do sobrenatural, a ciência não se dedica senão à ordem natural das coisas. O que escapa do espectro natural, também foge dos limites da ciência.

A geometrização do espaço é outra nota fundamental da física newtoniana. Enquanto o espaço, na concepção antiga e medieval, está vinculado à noção religiosa do mundo, a modernidade mostra que o espaço não é outra coisa que a disposição natural da matéria. Herdeiro da Revolução Copernicana, Newton faz de sua física uma ampliação do grau de materialização do espaço. Além disso, Newton consegue traduzir a natureza em caracteres matemáticos, como Galileu sugeriu. Disso deriva a possibilidade de produzir conhecimento verdadeiro, exato, preciso, confiável e matematicamente demonstrável. A ciência newtoniana, portanto, é a concretização do ideal da ciência absolutamente verdadeira.

Por fim, a aplicação da lógica indutiva à experimentação da natureza, coroa o ideário newtoniano. Pela indução, mostra-se que a natureza segue uma lei de regularidade extrema, pela qual é possível determinar a relação causal entre os fenômenos do mundo natural. Uma vez dominada a lógica da natureza, nenhum fenômeno deve surpreender a ciência.

Além disso, Ilya Prigogine mostra que a física de Newton modificou o significado filosófico da flecha do tempo e isso é de fundamental importância para a compreensão dos resultados a que chegou a física newtoniana⁶. Para ele, é preciso compreender o significado da principal equação da física de Newton:

$$F = m \cdot a$$

(Força é igual à massa multiplicada pela aceleração)

⁶ PRIGOGINE, I. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista - Campus Marília, 1996.



Deve-se considerar que:

$$a = v / t$$

(Aceleração é igual à velocidade dividida pelo tempo)

Então, aplicando-se à primeira equação, temos:

$$F = m \cdot v / t$$

O que é importante perceber, diz Prigogine, é que o tempo assume um caráter desprezível, isto é: alterando-se o sinal do tempo, a única consequência é a mudança do sentido do vetor da força obtida. Assim, se tivermos:

$$F = m \cdot v / - t$$

o resultado final será

- F

o que implica na mudança do vetor

→

para o vetor

←

Isso significa que a única coisa alterada é o sentido do deslocamento de um corpo qualquer. A flecha do tempo, portanto, é desprezível. Ela não implica na modificação da natureza, na alteração da ordem do universo ou na modificação da matéria ao longo do tempo. O tempo serve tão somente para indicar o sentido do deslocamento de um mundo ontologicamente estático. A matéria, portanto, é eterna



e imóvel do ponto de vista metafísico. Não é de estranhar que Lavoisier tenha dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.

Portanto, Newton construiu o protótipo da ciência moderna no qual os principais elementos da sua visão de mundo estão contemplados, ou seja: a insignificância do tempo, o caráter permanente da matéria e a natureza regular do mundo físico. Dessa forma, a sua física se tornou o modelo de todas as ciências modernas e, de certo modo, contribuiu para a demarcação científica que culminou no Positivismo de Comte.

De modo sucinto, pode-se dizer que:

a) a física newtoniana realizou o propósito de tornar a ciência um empreendimento absolutamente secular;

b) o caráter altamente matemático da física de Newton estabeleceu o padrão de precisão e exatidão exigido das ciências;

c) a ampla utilização do método indutivo, por Newton, firmou as bases do empirismo, negando a possibilidade de produção de conhecimento válido a não ser pela via da experiência.

d) os físicos da escola de Newton acreditam que o universo é, do ponto de vista ontológico, estático: não existe mudança, nem geração e nem corrupção, apenas transformação.

e) a ciência newtoniana tem um caráter fortemente determinista, pois está assentada na crença indutivista de que o universo segue padrões de regularidade que permitem previsibilidade absoluta dos fenômenos;

f) finalmente, a física de Newton expressa aquilo que o mundo, de fato, é, ou seja, ela corresponde à verdade, pois é uma teoria que consegue explicar, com sucesso, um mundo que não altera o seu comportamento.

A CRISE DA CIÊNCIA E A DERROCADA DO POSITIVISMO

O incomparável sucesso da física newtoniana não conseguiu impedir que outras visões de ciência abalassem o edifício erigido por Newton. O mais importante é notar que a crise nasceu da própria ciência e não foi resultado de interferências externas à atividade científica. Daí compreendemos o impacto de tal crise. Os



amantes da verdade, muito mais do que os radicais defensores de teorias, não fazem objeção de analisar a fundo a crise da ciência iniciada, sobretudo, a partir da segunda metade do século XIX. Teorias emergentes como a termodinâmica, o eletromagnetismo, as geometrias não-euclidianas e as lógicas não-clássicas abalaram as estruturas do templo positivista⁷.

A teoria da evolução de Darwin, por exemplo, modificou nossa visão de mundo: ao propor a noção de evolução, de mudança e de indeterminação, Darwin rompeu com a tradição que considerava o mundo como algo pronto e acabado. Desse modo, rompeu também com as teorias que pretendiam ser explicações definitivas sobre a realidade. Numa palavra, Darwin iniciou o processo que nos conduziu ao *fim das certezas*, para usar uma expressão do Nobel em Física, Ilya Prigogine⁸. Darwin também nos ensinou que a natureza, mais do que seguir uma lei de mão única, desenvolve-se a partir do binômio acaso-necessidade, como Claude Bernard mais tarde vai demonstrar. Embora a natureza tenha conservado alguns padrões, ela é a primeira a desobedecê-los: o indeterminismo parece ser o ideal perseguido pela natureza que, atrevida, insiste em inovar.

Em conseqüência, fomos obrigados a nos posicionar diante de duas alternativas: aderirmos a uma atitude cética de quem desacredita na ciência e na racionalidade humana, ou optarmos por uma visão de ciência mais realista e honesta.

A crise da ciência, ocorrida a partir da segunda metade do século XIX, atacou, precisamente, os fundamentos da física de Newton e de todas as ciências que nela se espelhavam. Tal crise foi de proporções tão elevadas que exigiu não apenas algumas reformas no edifício newtoniano, mas o abandono de alguns pressupostos de sua visão de mundo, adotando outros modelos teóricos. Depois dessa crise, nasceu uma nova ciência. Eis alguns exemplos significativos de teorias ou descobertas que contribuíram para aumentar o quadro de crise da ciência moderna.

⁷ Sobre este tema, ver FRIED SCHNITMAN, Dora. *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Porto Alegre: Artmed, 1996; e ainda: ABRAMCZUK, André Ambrósio. *O mito da ciência moderna: proposta de análise da física como base de ideologia totalitária*. São Paulo: Cortez, 1981.

⁸ PRIGOGINE, I. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista - Campus Marília, 1996.



a) A Teoria da Evolução de Darwin. Embora Darwin tenha dado sua contribuição sobretudo no campo da biologia, o que ele descobriu abalou significativamente um dos princípios básicos do modelo de ciência construído por Newton. Trata-se da inclusão da flecha do tempo no desenvolvimento da ciência. A admissão de que os seres vivos passam por um processo de evolução permanente mostra que o tempo é um elemento significativo nas elaborações científicas. Não podemos mais pensar que o universo é ontologicamente estático e, portanto, a previsibilidade dos fatos futuros perde, em muito, o grau de confiança que nela depositávamos. Assim, temos que admitir que se uma teoria T^1 é considerada verdadeira num dado momento t^1 , ela poderá ser substituída por uma teoria T^2 num outro momento t^2 , pois, por força do processo de evolução, o mundo que era x , em t^1 , passou a ser y , em t^2 . Isso implica considerar que a flecha do tempo deixa de ter um caráter desprezível, como a física de Newton sugere, como já dissemos. O tempo passa a ser um elemento altamente significativo nas elaborações da ciência. Não se pode mais considerar o universo livre da flecha do tempo e, portanto, não se pode mais admitir a existência de teorias científicas que sejam válidas *ad aeternum*.

b) A Teoria Termodinâmica de Boltzmann. A segunda lei da termodinâmica de Boltzmann também é conhecida pelo nome de entropia. Isso significa que se um sistema X apresenta, num dado momento t^1 , concentração de energia maior do que um outro sistema Y , num outro dado momento t^2 , a concentração de energia dos dois sistemas tende a se igualar, de modo irreversível. A diferença de concentração energética só vai se verificar, novamente, se a um dos sistemas for acrescida energia proveniente de fora dos dois sistemas. Com essa teoria, Boltzmann contribui para a relativização das teorias científicas: o que pode ser considerado válido ou verdadeiro num dado momento, pode não mais ser verificado num outro espaço de tempo. Assim como Darwin, Boltzmann resgata a importância da flecha do tempo nas teorizações acerca do universo. Outra vez, o modelo newtoniano sofre um ataque de proporções gigantescas.

c) A Teoria Eletromagnética de Maxwell. As contribuições de Maxwell são significativas porque ele ultrapassa o limite material da física de Newton. Enquanto a



física newtoniana explica exclusivamente os fenômenos relacionados à matéria, Maxwell é um dos precursores da física que estuda os fenômenos energéticos, sobretudo da energia eletromagnética. Ora, isso é, sem dúvida, uma forma de colocar em xeque muitos dos pressupostos da física clássica. Por exemplo, deve-se considerar que campos eletromagnéticos podem desviar a rota de um corpo, alterando o seu movimento e a sua trajetória. Para Newton, isso é inconcebível. A única coisa que pode alterar a trajetória de um corpo é a ação de uma força em sentido contrário; além disso, só o atrito é capaz de alterar o movimento que se espera de um corpo. Contudo, campos eletromagnéticos podem, também, atuar de modo a alterar o movimento esperado de um objeto. Para Newton, o movimento de um corpo depende exclusivamente da força aplicada, da massa do corpo e do espaço de deslocamento ao longo de um período de tempo. Nada mais interfere nesse sistema a não ser estes elementos. É claro que Newton considera a ação gravitacional, mas ela não passa de uma força equivalente a 9,8 N. Porém, para Maxwell, o universo é compreendido em relação aos campos de força eletromagnética que alteram os fenômenos. Maxwell demonstra, ao contrário de Newton, que podem existir campos de força atuando sobre os elementos de um dado sistema mecânico, interferindo, assim, nos fenômenos de deslocamento esperados. Portanto, como resultado, a ciência precisa aprender a lidar com elementos menos controláveis e, portanto, os resultados obtidos são sempre menos confiáveis do que aqueles oferecidos pela ciência clássica de Newton.

d) A Teoria da Relatividade de Einstein. A teoria da relatividade é, no campo da física, a principal responsável pela crise da ciência moderna. Einstein concebeu não apenas um novo modelo de teoria, mas vislumbrou um outro universo, completamente distinto do universo de Newton. A equação básica de sua teoria revela alguns aspectos interessantes: $E = m \cdot c^2$. Em primeiro lugar, é preciso destacar que o conceito de força (F) da física newtoniana é substituído pelo conceito de energia (E). Isso implica considerar que a própria noção de matéria é alterada. Enquanto para Newton (F) implica no deslocamento de uma matéria sempre idêntica, para Einstein (E) implica numa matéria que se transforma em energia. A matéria se desintegra e passa a ser energia quando submetemos algum corpo ao



quadrado da velocidade da luz. Em segundo lugar, a forma mesma como se estabelece a teoria da relatividade denota um outro ponto de partida. Do ponto de vista lógico, a física de Newton está sustentada na indução. Ao contrário, porém, a física de Einstein funda-se a partir da dedução. Isso é óbvio: Einstein não fez nenhum experimento para verificar sua teoria. Ela é simples conjectura, aceitável pela coerência interna dos argumentos matemáticos que utiliza. Isso demonstra que Einstein rompe com a própria tradição empirista que embasa a física clássica newtoniana. Em terceiro lugar, e esse é o ponto principal que interessa a Popper, Einstein formulou uma teoria falseável, isto é, passível de ser falseada. Quando Einstein expôs a sua teoria, em 1919, em Viena, Popper esteve presente à conferência, quando tinha apenas 17 anos de idade. O que mais surpreendeu o jovem filósofo foi a modéstia de Einstein, dizendo que deveria ser considerada insustentável a sua teoria caso viesse a falhar em algumas provas⁹. De fato, Einstein não fizera nenhum experimento para chegar às conclusões que resultaram em sua teoria. Suas reflexões eram todas teóricas, hipotéticas, conjecturais e, portanto, passíveis de serem falseadas. Essa é a principal revolução que Einstein causou na ciência do início do século XX. Com essa sua atitude, rompeu com o modelo dogmático, estático e absolutamente válido da física de Newton e das ciências que nela se inspiraram.

e) O Princípio de Incerteza de Heisenberg. O físico Heisenberg é outro importante teórico a ser considerado. O princípio que ele formulou é, por si só, paradigmático. Enquanto o ideal da ciência clássica, inspirada na física de Newton, exigia precisão absoluta, Heisenberg demonstra que a ciência sempre trabalha no limite da incerteza. Seu princípio é um ataque ao modelo dogmático e positivista da ciência e torna-se um apelo à construção de uma nova estrutura para o conhecimento científico. Em poucas palavras, o princípio de incerteza afirma: na física atômica, o cientista sempre trabalha com um grau de aproximação e, jamais, com a certeza absoluta, pois, quando ele sabe a localização de uma partícula, não consegue determinar a sua velocidade. E, quando obtém a velocidade, não sabe

⁹ POPPER, Karl Raimund. *Autobiografia intelectual*. São Paulo: Cultrix, 1986, p. 43-54.



onde a partícula se situa. Desse modo, Heisenberg reivindica para a ciência a possibilidade de avançar na conquista do conhecimento apesar dos limites impostos pelo cosmos e pelo próprio conhecimento. A ciência abdica de sua pretensão dogmática e absolutista. Embora o conhecimento científico seja o que de melhor produzimos, ele ainda está longe de chegar a ser definitivo e inquestionável. O princípio de incerteza de Heisenberg é um apelo a que os cientistas compreendam o limite do próprio labor e não se entreguem com demasiada confiança ao poderio da ciência.

f) As Geometrias não-Euclidianas. O campo da geometria foi alvo de ataques semelhantes aos ocorridos na física e na biologia. Até a modernidade, a geometria de Euclides dava conta de nossa visão de mundo. Contudo, o desenvolvimento de uma geometria capaz de pensar outras realidades contribuiu para o fortalecimento da crise que se precipitou sobre a ciência.

O axioma básico da geometria euclidiana afirma: *duas retas paralelas mantêm, entre si, sempre a mesma distância*. Ora, nas geometrias não-clássicas, como também são chamadas, é possível admitir o seguinte axioma: *duas retas paralelas se encontram no infinito*. Portanto, sem que seja necessário demonstrar, pois se trata de axiomas, é possível compreender o alcance da revolução causada pelo surgimento das geometrias não-euclidianas. Os axiomas básicos de Euclides serviam para explicar um mundo finito, fechado em si mesmo, adstrito nos próprios limites. Contudo, as geometrias não-euclidianas são capazes de explicar o mundo real, tal como é, em sua infinitude e em suas dimensões infinitesimais.

O PONTO DE PARTIDA FALIBILISTA

Diante da crise da ciência, então, temos dois caminhos: a deserção ou a reconstrução da racionalidade científica em bases não-positivistas. O caminho escolhido por Karl Popper e explicitado ao longo de toda a sua obra é, precisamente, o da reconstrução da racionalidade científica.

O *racionalismo crítico* é o eixo central do pensamento de Karl Popper. As principais teses do racionalismo crítico podem assim ser resumidas:



- a) o nosso conhecimento progride por ensaio e erro;
- b) a indução, pelos problemas lógicos que apresenta, compromete a validade do conhecimento produzido com a sua intervenção;
- c) o conhecimento nasce a partir de conjecturas ousadas, nascidas de um ato livre da imaginação;
- d) os testes empíricos procuram refutar tais conjecturas, eliminando as “mais fracas”¹⁰;
- e) as teorias que resistem aos testes empíricos são aceitas de modo provisório, até o momento em que testes mais elaborados as refutem;
- f) a possibilidade de refutação por novos testes impede a afirmação da verdade justificada de uma teoria; podemos até ter chegado à verdade, mas não podemos afirmá-lo em definitivo;
- g) assim, o conhecimento científico expressa a verossimilhança, aquilo que o mundo “parece ser”;
- h) teorias que resistem aos testes empíricos são corroboradas e jamais justificadas, aumentando assim o seu grau de verossimilhança;
- i) a principal característica de uma teoria científica é a refutabilidade ou falseabilidade: toda teoria deve mostrar em que condições pode ser refutada ou falseada;
- j) a demarcação da ciência passa a ser um esforço de teste de teorias, ao invés de justificação de teorias;
- k) a falseabilidade apóia-se na assimetria lógica existente entre a impossibilidade de afirmar categoricamente a verdade de uma teoria e a possibilidade de afirmar a falsidade da mesma;
- l) o racionalismo crítico parte da convicção de que não podemos ter justificações positivas para nossas crenças, mas podemos ter razões críticas para mantê-las ou abandoná-las;

¹⁰ Esta expressão denota uma referência à teoria darwiniana, a qual é muito cara a Popper. Analogamente ao processo biológico onde as espécies melhor adaptadas superam as mais fracas, no campo da ciência há um confronto entre teorias e as mais fortes sobrevivem.



m) a impossibilidade lógica de saber se atingimos a verdade por meio da ciência (e do conhecimento humano) nos impede de adotar qualquer postura dogmática;

n) o racionalismo crítico não se restringe ao campo da ciência: ele é aplicável a qualquer atividade humana, seja científica, cultural, pedagógica, religiosa ou política;

o) o racionalismo crítico crê na máxima socrática: “talvez eu esteja equivocado e você possa estar certo”;

p) a “honestidade” e “modéstia” intelectuais são conseqüências da visão não dogmática da ciência e da consciência da falibilidade do conhecimento humano.

Estes pontos evidenciam o caráter indeterminista da filosofia de Popper. Embora sua preocupação seja a “busca da verdade”, ele sabe que a ciência é um empreendimento, em sua própria natureza, limitado. Mas, a impossibilidade de acesso à verdade, ou a impossibilidade de se saber do alcance da verdade, não diminui a responsabilidade do cientista e nem lhe permite afrouxar os próprios valores morais. É assim que Popper não cede à atração do ceticismo e do relativismo, construindo uma epistemologia realista e, ao mesmo tempo, comprometida com a ética.

Enquanto a crença dogmática na ciência permite toda sorte de dominação de uns sobre os outros, a crença nos limites do conhecimento científico exige uma atitude de modéstia, de tolerância, de respeito pelo outro, de convivência pacífica. Essa é a principal conseqüência ética da epistemologia de Popper. A defesa da liberdade depende de uma visão não dogmática da natureza e da ciência.

E os limites do conhecimento humano não são devidos, exclusivamente, à nossa imperícia e aos poucos recursos de que dispomos. Antes, as limitações da ciência estão ligadas à própria natureza do universo: ele não é uma realidade estática, pronta, definida e acabada. Ao contrário, o desenvolvimento das novas teorias, sobretudo no campo da biologia e da física, mostra que o mundo está em contínuo movimento, em transformação, em modificação permanente do seu *status quo*. E este desenvolvimento não segue os cânones deterministas de uma matemática e de uma lógica pré-definidas. Em muitos casos, os desdobramentos da natureza são aleatórios, caóticos e, portanto, imprevisíveis. Assim, não há ciência



que seja capaz de acessar à verdade absoluta do mundo, porque o mundo está em movimento indeterminado, indefinido, o mundo está aberto ao futuro e nossas previsões não apresentam grau de confiança suficiente para podermos adotar nossas teorias como verdades absolutas. A natureza não cede aos estratagemas deterministas de nossa ciência.

A epistemologia de Popper torna-se, desse modo, uma resposta à crise da ciência iniciada a partir da segunda metade do século XIX. O “fim das certezas” não encontrou, na filosofia de Popper, um caminho alternativo de “busca das certezas”. Mesmo assim, Popper não se entregou ao ceticismo nem ao relativismo. Ao contrário, buscou uma forma de compreender a ciência e de adotá-la apesar de suas contingências. Mas, ao adotar uma ciência indeterminista, Popper fez corresponder uma opção moral, uma atitude ética, cujas implicações são fundamentais para os desdobramentos históricos e para o progresso da própria ciência.

Aqui compreendemos uma questão fundamental: a epistemologia de Popper não é apenas uma nova alternativa para a compreensão da ciência, mas ela também modifica o nosso modo de compreender o mundo. Não é a ciência que se torna indeterminista, isoladamente, mas é o mundo que passa a ser compreendido como uma realidade indeterminada de modo absoluto. É a partir daí que Popper propõe o conceito de “propensão”¹¹.

Popper está convencido de que a inclusão do conceito de *propensão*, na ciência, enfraquece a ideologia determinista:

“A teoria segundo a qual as nossas ações são determinadas por certas causas, e que estas causas, por seu lado, são motivadas, ou causadas, ou determinadas por outras, etc., parece ser, na verdade, ela própria motivada pelo desejo de estabelecer a ideologia do determinismo nos assuntos humanos. Mas, com a introdução das propensões, a ideologia do determinismo evapora-se. Situações passadas, quer físicas, quer psicológicas, quer mistas, não determinam uma situação futura. Mais propriamente, determinam propensões inconstantes que influenciam situações futuras sem as determinar num só sentido. E todas as nossas experiências, incluindo os nossos desejos e os nossos esforços, podem contribuir, umas vezes mais outras vezes menos, conforme o caso, para essas propensões”¹².

¹¹ POPPER, Karl. *Um mundo de propensões*. Lisboa: Fragmentos, 1991.

¹² POPPER, Karl. *Um mundo de propensões...*, p. 30.



A própria cosmologia fica, assim, alterada, pois:

“Esta visão das propensões permite-nos encarar de uma nova forma os fenômenos que constituem o nosso mundo. O mundo já não é uma máquina causal – pode ser visto agora como um mundo de propensões, como um processo de possibilidades que se vão concretizando e de novas possibilidades que se revelam. No mundo da física tudo isso é muito claro pois nele se produzem novos elementos – novos núcleos atômicos – sob condições externas de temperatura e pressão; elementos que só sobrevivem se não forem muito instáveis. E com estes novos núcleos, com estes novos elementos, criam-se novas possibilidades, possibilidades essas que pura e simplesmente não existiam antes. Finalmente, nós próprios nos tornamos possíveis”¹³.

Portanto, a visão determinista da ciência é, neste sentido, ingênua, pois não admite as constantes adaptações que vão acontecendo sempre no interior da matéria. Visto o mundo sob a ótica linear do movimento espacial, do deslocamento físico, portanto, o mundo pode parecer determinado. Porém, se o mundo for observado a partir do movimento ontológico de suas estruturas mais íntimas, o determinismo cai por terra. Passamos, assim, a considerar o mundo com uma *nuvem*, e não como um *relógio*¹⁴.

Uma visão de mundo estática pode nos conduzir à crença de que nosso conhecimento atingiu a verdade. Na Idade Média, por exemplo, durante séculos nós acreditamos que a terra era plana, estávamos certos disso, sacrificamos quem pensava o contrário. Porém, nos enganamos e a verdade não demorou para aparecer.

A ciência, portanto, tem uma dimensão ética: sempre que nos consideramos donos da verdade, agimos de modo a impor nossas idéias, seja pela força física, seja pelo peso das instituições a que servimos. Ao contrário, quando nos consideramos eternos caminhantes, errantes nas sendas da verdade, não buscamos oprimir mas dialogar, conviver e construir juntos novas possibilidades de melhoria de vida para todos.

A filosofia de Karl Popper insere-se nessa tradição, na tradição da humilde busca da verdade, na tradição iniciada por Sócrates, talvez, e alimentada pela

¹³ POPPER, Karl. *Um mundo de propensões...*, p. 31.

¹⁴ POPPER, Karl Raimund. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975, p. 193ss.



atitude de tantos que, despidos de pretensões dogmáticas, se colocaram a caminho da verdade com modéstia e com honestidade. Tal filosofia não se apresenta como um dogma moral a ser aceito, o que seria contraditório. Antes, coloca-se como uma opção, uma atitude, uma escolha livre, que implica uma visão de mundo aberta, onde o futuro é possibilidade e, portanto, onde o otimismo é um dever moral.

O ENSINO DE CIÊNCIAS EM PERSPECTIVA FALIBILISTA

No texto *Um mundo de propensões*¹⁵, Popper apresenta algumas teses que resumem, por assim dizer, sua epistemologia indeterminista, e que servem de baliza para o ensino de ciências em perspectiva falibilista:

- 1) O conhecimento assume muitas vezes o caráter de expectativas.
- 2) As expectativas têm, geralmente, o caráter de hipóteses, de conhecimento hipotético ou conjectural: são incertas. E que aqueles que têm expectativas, ou que sabem, podem não se dar conta dessa incerteza.
- 3) A maior parte das espécies de conhecimento, tanto humanos como de animais, são hipotéticos e conjecturais.
- 4) Apesar da incerteza, ou do seu caráter hipotético, muito de nosso conhecimento é objetivamente verdadeiro: corresponde a fatos objetivos. De outro modo, dificilmente poderíamos ter sobrevivido como espécie.
- 5) Devemos por isso distinguir muito claramente entre a verdade de uma expectativa, ou de uma hipótese, e a sua certeza. Mais ainda, devemos distinguir duas idéias: a idéia de verdade e a idéia de certeza; ou, por outras palavras, entre verdade e verdade certa.
- 6) Há muita verdade em muito do nosso conhecimento, mas pouca certeza. Devemos encarar as nossas hipóteses de modo crítico. Devemos testá-las com a severidade possível de modo a sabermos se é ou não possível demonstrar a sua falsidade.
- 7) A verdade é objetiva: consiste na correspondência aos fatos.

¹⁵ POPPER, Karl Raimund. *Um mundo de propensões*. Lisboa: Fragmentos, 1991.



8) A certeza raramente é objetiva: geralmente não passa de um forte sentimento de confiança, ou convicção, embora baseada em conhecimento insuficiente¹⁶.

A filosofia indeterminista de Popper nos ajuda a compreender os limites da ciência humana, embora não precisemos deixar de aceitar a ciência como o melhor tipo de conhecimento de que dispomos. Basta que compreendamos a sua natureza e estejamos conscientes disso.

REFERÊNCIAS

ABRAMCZUK, André Ambrósio. *O mito da ciência moderna: proposta de análise da física como base de ideologia totalitária*. São Paulo: Cortez, 1981.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.

COMTE, Augusto. Curso de Filosofia Positiva. Primeira Lição, I. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

FRIED-SCHNITMAN, Dora. *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Porto Alegre: Artmed, 1996.

POPPER, Karl Raimund. *Autobiografia intelectual*. São Paulo: Cultrix, 1986.

POPPER, Karl Raimund. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975..

POPPER, Karl. *Um mundo de propensões*. Lisboa: Fragmentos, 1991.

PRIGOGINE, I. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista - Campus Marília, 1996.

¹⁶ POPPER, Karl. *Um mundo de propensões...*, p. 46-48.