

EXISTE UM MÉTODO CIENTÍFICO?

DEREK HODSON

(Traduzido e adaptado de:

“Is there a scientific method?”, *Education in Chemistry* 19 (1982), 112 – 116.)

Os objetivos de muitos cursos de ciências nas escolas ressaltam a necessidade de ensinar aos jovens a pensar cientificamente; mas esta meta assume que exista algo chamado “método científico”. Muitos filósofos da ciência – notadamente Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend – tentaram criar “definições” do método científico. Existe, no entanto, pouco acordo entre eles. Se não há, ao menos, uma definição adequada, o que estaríamos ensinando no currículo de ciência das escolas?

Talvez a característica mais significativa do desenvolvimento curricular em ciência durante os últimos quinze ou vinte anos tenha sido a mudança do ensino de ciência: de um conjunto de conhecimentos acumulados, para experiências científicas como sendo um método de gerar tal conhecimento. Por exemplo: a meta declarada do curso básico de Química de Nuffield¹ é a de que:

...alunos deveriam adquirir um entendimento, que os acompanharia ao longo de suas vidas, do que seja tratar um problema cientificamente... Nosso interesse primordial será encorajar os alunos a serem científicos, frente a um determinado problema. ⁽¹⁾

De modo similar, o curso *Introdução e Guia ao Curso de Ciência Física* de Nuffield declara que o objetivo é:

... dar atenção às metas e métodos da ciência e às categorias de pensamento científico, assim como às aplicações e realizações da Ciência. ⁽²⁾

Tal opinião implica que exista algo como um método científico e que ele pode ser caracterizado, ensinado e praticado. De fato, no livro de *Introdução e Guia ao Curso Básico de Física* de Nuffield, E. M. Rogers expressa claramente tal ponto de vista:

Cientistas possuem uma maneira característica de pensar, planejar e trabalhar, que chamamos método científico.

Este artigo é uma tentativa de revisar, muito brevemente, a extensa literatura da Filosofia da Ciência, com a intenção de desafiar essa suposição.

O MÉTODO INDUTIVO

A visão tradicional do método científico, como exposto por Francis Bacon e elaborado por John Stuart Mill, envolve raciocínio tanto indutivo como dedutivo.

Indução é o processo de passar de afirmações particulares sobre o mundo para afirmações universais ou generalizações. **Dedução** é o processo inverso, por nós conhecido como “lógica formal”.

De acordo com a visão de um indutivista, a ciência começa com observações simples e sem preconceitos. Essas observações resultam em dados a partir dos quais generalizações e teorias

¹ Nota do adaptador: Nuffield é um projeto de ensino de ciências, iniciado na década de 1960 na Inglaterra.

cristalizam-se. Os indutivistas argumentam que é possível generalizar a partir de uma coleção de afirmações particulares, desde que certas condições sejam satisfeitas:

- I. o número de observações relatadas deve ser grande;
- II. as observações devem ser reproduzíveis sob diversas condições; III. nenhuma observação deve contrariar a generalização derivada.

O conhecimento científico é construído sobre a base segura da observação, da evidência e dos sentidos. Conforme as observações se acumulam, induzimos certas leis e teorias para explicá-las. A partir dessas teorias é possível fazer certas previsões.

A figura 1 parece ser o esquema da visão de ciência aprovada pelos autores do curso básico de química de Nuffield:

- o primeiro passo é o acúmulo, pela observação e experimentação, de tantas informações quanto possível, sobre tantos tipos de objetos quanto possível;
- o segundo passo é a classificação dessas observações em categorias convenientes; □
- o terceiro passo é a procura da explicação que as fundamenta.

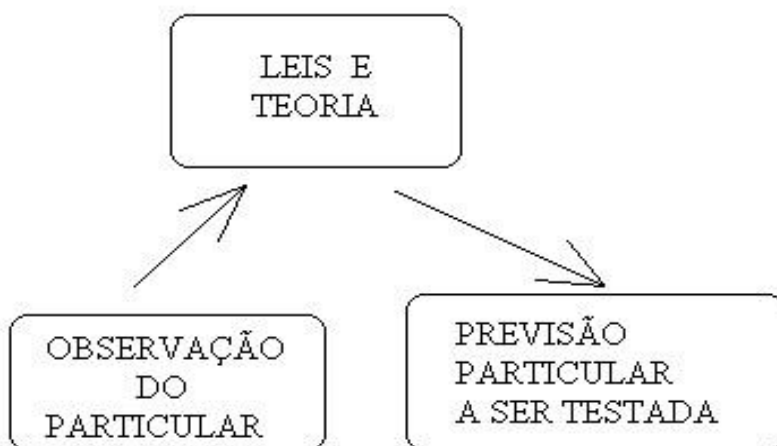


figura 1

Um curso de ciência escolar será encaminhado de modo similar.

Uma visão quase idêntica de método científico aparece na introdução do *American Chemistry Study* ("ChemStudy"):

...todas as atividades nas quais os cientistas acham-se inseridos podem ser entendidas em termos de... observar, procurar regularidades, generalizar e testar essa generalização.

No entanto, como descrição do processo científico, a consideração indutivista é deficiente em dois aspectos importantes. Primeiramente, pode não existir algo como uma observação imparcial; e em segundo lugar, um argumento indutivo não é logicamente válido.

Os indutivistas fazem duas suposições no que tange às observações:

1. a ciência parte da observação;
2. a observação fornece uma base segura a partir da qual as afirmações podem ser derivadas.

Ambas as suposições são enganosas. Basta considerar o desenho familiar da figura 2 para compreender quão falhos são os nossos sentidos. Como N. R. Hanson ponderou, "existe mais para ver do que o que atinge o globo ocular".

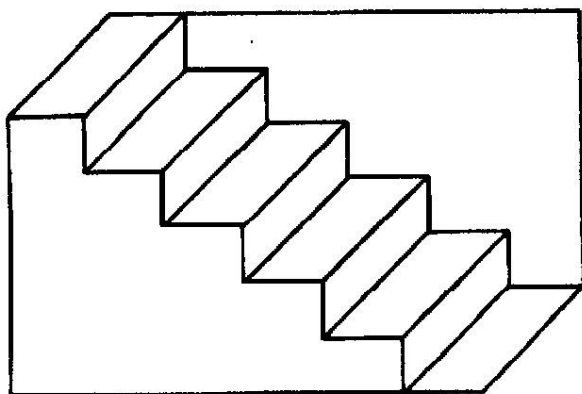


Figura 2

A figura ao lado pode ser enxergada como o desenho de uma escada com a superfície superior dos degraus visível; mas pode ser vista também como uma escada com a superfície inferior dos degraus visível. Se olharmos para a figura por algum tempo, em geral descobrimos que o que se vê alterna-se sucessivamente entre a escada vista de cima e a escada vista de baixo. O objeto, porém, é sempre o mesmo, e sua imagem na retina deve ser sempre a mesma. Logo, o que se vê depende de algo além da imagem na retina do observador.

A observação é parcial, isto é, sofre a influência do cientista, e, portanto, não fornece uma base segura para o conhecimento. Portanto, como Karl Popper alertou, “a busca da certeza, de uma base segura para o conhecimento, tem que ser abandonada”.

O que um observador vê depende em parte daquilo que está realmente lá, e em parte de sua experiência passada, seu conhecimento, suas expectativas. Como observadores, nós interpretamos os dados que nós percebemos. Immanuel Kant expressa muito mais eloquentemente esta visão em *Crítica da Razão Pura*:

tudo o que alcança a consciência é total e completamente ajustado e simplificado, esquematizado e interpretado. ⁽⁸⁾

O processo indutivo requer a conjugação de todas as observações relevantes antes que qualquer tentativa de generalização seja feita. Mas, pode muito bem ser perguntado, como um observador imparcial pode saber o que é relevante? A indução não proporciona orientação na restrição de observações para algo menor que o Universo inteiro.

Um observador necessita de um incentivo para fazer uma observação e não uma outra; a indução não fornece esse estímulo. Fazer uma observação pressupõe uma visão de mundo, a qual sugere que observações específicas deveriam ser feitas. Em outras palavras: as observações não são imparciais, são dependentes da teoria.

Entre os muitos autores que defendem a ideia de que as observações dependem da teoria estão Hanson ⁽⁶⁾, Popper ^(7,9) e P. Feyerabend ⁽¹⁰⁾.

A indução, como descrição do processo científico, também falha no terreno da lógica. Ao passar de fatos particulares para as generalizações que os contêm, algo é adicionado. Uma generalização não é simplesmente uma reafirmação dos fatos (ou ela não teria valor), mas não pode conter logicamente mais informações do que o conteúdo empírico das afirmações das quais foi derivada, como David Hume nos lembra:

Pode não haver nenhum argumento demonstrativo para provar que aquelas premissas das quais não tivemos nenhuma experiência, reflitam aquelas das quais tivemos experiência.

Uma generalização derivada de afirmações individuais, ainda que numerosas, pode se mostrar errada. Não importa quantos cisnes brancos nós vejamos, nós nunca teremos justificativas para afirmar que todos os cisnes são brancos, porque o próximo cisne que olharmos pode ser negro. Alan Chalmers ⁽¹²⁾ mostrou este ponto de forma mais humorística no conto do peru indutivista, que era alimentado todos os dias às nove horas. Não desejando arriscar-se, o peru estava seguro que havia feito suas

observações sob uma grande variedade de condições (dias da semana, variações climáticas, feriados, etc.). Finalmente ele se sentiu seguro e arriscou uma generalização: "eu sempre sou alimentado às nove horas da manhã". No entanto, às nove horas do dia seguinte, ele teve sua garganta cortada. Uma referência indutiva baseada em afirmações individuais verdadeiras, embora numerosas, pode-se mostrar falha.

O MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUTIVO

A solução clássica de Karl Popper para os problemas da indução é o método hipotéticodedutivo, no qual a ciência caminha através de ciclos sucessivos de imaginação e crítica:

- i. primeiramente, a hipótese é produzida por intuição, por um trabalho de adivinhação inspirada, a partir de um conhecimento teórico anterior;
- ii. a partir da hipótese, certas conclusões são deduzidas; iii. as conclusões são comparadas entre si, a fim de se testar a consistência interna do sistema; iv. a forma lógica da teoria é investigada para se verificar se ela tem o caráter de uma teoria científica dedutiva ou empírica indutiva;
- v. finalmente, as conclusões são testadas experimentalmente: se as previsões são confirmadas, a hipótese é comprovada. Se não, a hipótese deve ser modificada ou substituída.

Assim, a razão científica é um constante intercâmbio entre hipóteses e expectativas lógicas que elas originam; um constante diálogo entre o que poderia ser e o que é. Na linguagem de Popper, a ciência caminha através de conjecturas e refutações, até que se chegue a uma teoria que explique satisfatoriamente a evidência. Mas este não é um processo casual do tipo "tentativa e erro". Existe uma constante retroalimentação para a modificação e reestruturação de hipóteses, sendo cada conjectura feita à luz da experiência prévia. O teste mais elucidativo de uma nova hipótese está centrado naquelas previsões que não são deriváveis das teorias existentes. Ainda melhores são aquelas que estão em contradição com as teorias atuais. *Falsificação* ao invés de verificação – é a característica central da filosofia de Popper; e toda tentativa para se testar uma teoria é uma tentativa para se falsificá-la.

Enquanto as afirmações universais não podem ser confirmadas logicamente através de observações específicas, mesmo que numerosas, elas podem ser refutadas por afirmações específicas. A observação de um cisne preto torna falsa a teoria de que todos os cisnes são brancos.

Por mais elegantes e apelativos que os argumentos de Popper sejam, eles não estão livres de dificuldades. As teorias são confirmadas ou falsificadas com base na observação e na experimentação, a qual já admitimos ser falha e dependente da teoria. Uma vez que a teoria é falsificada somente quando a afirmação básica que a contradiz é aceita como verdadeira, as teorias não podem ser conclusivamente falsificadas porque as afirmações observadas – que formam a base para a falsificação – são, elas próprias, suspeitas. Pode muito bem ser como Feyerabend destaca, isto é, que a introdução de uma nova teoria é necessária antes que observações falsificadoras sejam feitas. Desde que pensemos nos limites de um arcabouço conceitual particular, podemos não estar capacitados a levantar a evidência que poderia contrariar a teoria. É necessária uma perspectiva alternativa para destacar as deficiências do sistema teórico existente.

Uma consideração satisfatória da metodologia científica deve fazer duas coisas: deve considerar o curso real da ciência, e deve fornecer orientações para que os cientistas saibam como proceder. Claramente, o Indutivismo e o Falsificacionismo não são confirmados pela evidência histórica. Se a metodologia falsificacionista tivesse sido religiosamente seguida, muitas teorias teriam sido descartadas logo de saída. Foi, por exemplo, a insistência de Galileu em aderir à teoria de

Copérnico – aparentemente falsificada – que o levou ao desenvolvimento de novas observações, a uma nova teoria fortalecedora (subsidiária), e à futura aceitação universal da teoria heliocêntrica.

ALTERNATIVAS À TEORIA POPPERIANA

-LAKATOS

Imre Lakatos propõe o conceito de *programa de pesquisa*, e descreve a ciência em termos de estruturas metodológica e conceitualmente complexas (programas de pesquisa), que guiam um trabalho futuro dos cientistas, indicando futuras linhas de desenvolvimento (a heurística positiva) e especificando o que não pode ser feito (a heurística negativa). A heurística negativa de um programa de pesquisa lakatosiano envolve a estipulação de que as premissas básicas que fundamentam um programa (seu “miolo”) não podem ser modificadas nem rejeitadas. A decisão metodológica dos protagonistas de um programa de pesquisa é observar seu miolo como sendo inalterável, e modificar seu “cinturão de proteção” (formado pelas hipóteses auxiliares) quando perceberem qualquer desencontro entre a teoria e a observação. A heurística positiva do programa compreende as linhas gerais para o desenvolvimento futuro.

A heurística positiva consiste em um conjunto parcialmente articulado de sugestões ou indicações de como mudar e desenvolver as “variáveis refutáveis” do programa de pesquisa, e de como modificar e melhorar o cinturão de defesa (este sim, é refutável).

O trabalho inicial em um programa de pesquisa geralmente ocorre em oposição às observações aparentemente forjadas (falsificantes). Deve ser dado um certo tempo para o desenvolvimento do programa – “um cinturão de proteção adequadamente sofisticado deve ser construído” – antes que ele seja submetido a um teste rigoroso. Quando o programa estiver suficientemente desenvolvido para permitir teste, de acordo com Lakatos, confirmações em vez de falsificações serão significativas. Programas de pesquisa são julgados como “progressivos” ou “degenerativos” dependendo de se eles levam à descoberta de novos fenômenos ou não.

Uma série de teorias é teoricamente progressiva se cada nova teoria possui algo mais de desenvolvimento empírico do que sua predecessora, ou seja, se ela prediz algo de novo, até então inesperado. Dizemos que uma série teoricamente progressiva de teorias é empiricamente progressiva se parte desse conteúdo empírico é também comprovado, isto é, se cada nova teoria leva à verdadeira descoberta de algum fato novo.

O progresso é medido pelo grau em que a série de teorias leva à descoberta de fatos novos. Encaixamos uma teoria na categoria “falsificada” quando ela é superada por uma teoria com maior conteúdo confirmado⁽¹³⁾.

Uma questão à qual Lakatos não responde é: quanto tempo devemos aguardar para considerar que um programa de pesquisa esteja em degeneração? É sempre possível que alguma nova modificação do “cinturão de defesa” desperte repentinamente uma nova vida numa velha teoria, como Feyerabend ponderou.

Se lhe foi permitido esperar, porque não aguardar um pouco mais? Se é imprudente rejeitar teorias defeituosas no momento em que nascem – já que elas devem crescer e melhorar – então também é imprudente rejeitar programas de pesquisa em degeneração, porque eles podem se recuperar e alcançar um esplendor imprevisto (a borboleta nasce quando a larva alcançou o mais baixo estado de degeneração). Portanto, ninguém deve racionalmente criticar um cientista que se dedica a um

programa em degeneração, já que não há maneira racional de mostrar que suas ações são incoerentes (10).

Feyerabend argumenta que Lakatos falha quando não fornece quaisquer critérios claros para a escolha ou a rejeição de um programa de pesquisa específico; e, portanto, seu modelo de ciência, apesar de útil para avaliação retrospectiva dos programas de pesquisa, não oferece aos cientistas praticantes uma resposta sobre como proceder. Feyerabend afirma que a metodologia descrita por Lakatos é nada além de:

um *ornamento verbal*, como uma lembrança de tempos mais felizes, quando ainda se pensava ser possível administrar um negócio complexo e frequentemente catastrófico como a ciência, seguindo-se algumas poucas regras simples e racionais. (14)

-KUHN

Uma segunda alternativa para as ideias popperianas é apresentada em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, onde Thomas Kuhn argumenta que a ciência caminha através de fases sucessivas de “revolução” e “consolidação” (ou “ciência usual”). As atividades desorganizadas e diversas que antecedem a ciência tornam-se estruturadas e direcionadas quando a comunidade de pesquisadores entra em acordo sobre certos assuntos teóricos e metodológicos, isto é, quando a matriz disciplinar (o *paradigma*, como Kuhn a chama) se estabelece. Trabalhadores praticam a ciência usual numa tentativa de explorar e desenvolver o "paradigma" particular por eles adotado. Ao fazer isto, encontram inevitavelmente problemas e contradições aparentes. Se estes são fundamentais e resistem a soluções por algum tempo, então uma "crise" se desenvolve. A crise é resolvida quando aparece um modelo novo, capaz de resolver as dificuldades e fornecer orientação para uma nova "ciência usual".

No entanto, o processo de "revolução científica" não é uma transição suave entre modelos. Diferentes modelos vêm o mundo de diferentes modos; estes envolvem diferentes conceitos e se destinam a diferentes questões. Comparações entre modelos conflitantes é difícil, porque não há linguagem independente do modelo que possa ser empregada. Mesmo quando um modelo utiliza conceitos de um outro mais antigo, ele o faz de um modo novo. Compare por exemplo os conceitos de "massa", "tempo", "espaço" e "energia" nas teorias newtonianas e einsteinianas, ou de “ácido” e “base” nas teorias de Brönsted-Lowry e na de Lewis.

Os proponentes de modelos antagônicos praticam seus ofícios em mundos distintos. Um trata de pontos materiais que caem lentamente; o outro de pêndulos que repetem seus movimentos indefinidamente. Em um, soluções são compostos; em outro, são misturas. Um está baseado numa matriz espacial plana; o outro, numa matriz espacial curva. Operando em mundos diferentes, os dois grupos de cientistas vêem coisas diferentes quando olham do mesmo ponto de vista para a mesma direção⁽¹⁵⁾. [Nota do adaptador: Estes dois últimos parágrafos resumem o conceito de *incomensurabilidade* proposto por Kuhn.]

Uma vez que não pode haver um critério puramente objetivo para estabelecer a superioridade de um modelo sobre o outro, Kuhn vê a mudança de fidelidade de um modelo para outro como análoga a uma mudança “gestáltica”, ou a uma conversão religiosa. Muitos fatores estão em jogo, tais como: a elegância e a simplicidade da nova teoria, a capacidade de resolver o problema específico de um cientista, a necessidade social, e assim por diante.

A tese de Kuhn distingue-se pela função estratégica desempenhada pelas características sociológicas das comunidades científicas no desenvolvimento da Ciência. É essa nova visão consensual da ciência, e a posição relativista resultante da observação de teorias conflitantes (uma

teoria não é superior a outra, apenas distinta) que ofende pensadores como Popper, que procurou critérios objetivos para escolher entre teorias alternativas.

Popper afirma que uma teoria está mais próxima da verdade do que outra, mesmo que um indivíduo em particular, ou um grupo de indivíduos, não concorde. A aproximação da verdade é denominada por Popper como a "verossimilitude" da teoria: conforme a ciência progride, a verossimilitude de suas teorias aumenta. Popper parece ver o progresso científico como garantido, desde que exista um número suficiente de indivíduos adequadamente treinados na metodologia científica, e que possuam uma atitude correta de "racionalismo crítico".

-FEYERABEND

Feyerabend, por sua vez, nega que exista um método científico objetivo. Observa que todas as tentativas para caracterizar um método científico falharam, e nenhuma resiste à sondagem histórica.

A ideia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis, e absolutamente coerentes para conduzir os assuntos da ciência, encontra dificuldades consideráveis quando se confronta com os resultados da pesquisa histórica. Observamos então que não há uma única regra, mesmo que plausível, e mesmo que firmemente fundada na epistemologia, que não seja violada em um momento ou em outro.

A ideia de um método científico repousa sobre uma visão muito ingênua da ciência, argumenta Feyerabend, e o único princípio que é sempre aplicado, é o de que qualquer coisa funciona. A adoção desse princípio leva à proliferação de teorias, e à possibilidade de comparar umas com as outras, em vez de compará-las aos resultados das observações. No esquema de Popper, a "concordância com os fatos" é tomada como uma medida da verdade da teoria. Essa ideia é rigorosamente combatida por Feyerabend.

Bem ao contrário... há suspeitas de que a ausência de maiores dificuldades para uma teoria seja resultado da diminuição de seu conteúdo empírico, causado pela eliminação de alternativas e de fatos "falsificadores" que poderiam ser descobertos com sua ajuda.

O sucesso de uma teoria é, portanto, considerado produzido pelo ser humano: uma teoria específica exclui os fatos que a refutariam. Consequentemente, pode ser necessário introduzir teorias inconsistentes com as teorias e com os fatos já existentes, a fim de se portar contra-indutivamente, segundo Feyerabend.

Tanto a relevância como o caráter refutador de fatos decisivos podem ser estabelecidos apenas com a ajuda de outras teorias que, embora factualmente adequadas, não estão de acordo com a visão a ser testada. Sendo este o caso, a invenção e a articulação de alternativas talvez devessem preceder à produção de fatos refutadores.

A menos que permitamos a contra-indução e a introdução de hipóteses provisoriamente não concordantes com a evidência, não poderemos progredir, ele argumenta. Ao contrário da ciência altamente ordenada e disciplinada de Popper, Feyerabend propõe uma ciência que é muito mais "desarrumada" e "irracional".

Sem caos, nenhum conhecimento. Sem uma destituição frequente da razão, nenhum progresso.

Dada a anarquia epistemológica que Feyerabend advoga, a ciência teria muito mais em comum com a arte do que geralmente se supõe. Sob essas condições, a ciência tornar-se-ia muito mais excitante e recompensadora, e não seria o assunto monótono descrito por muitos metodologistas e muitos professores. Essa visão anarquista transmite uma mensagem importante para o professor de ciências, se pensarmos no número de jovens que desistem da ciência na primeira oportunidade, por acharem-na impessoal e aborrecida.

COMO APRESENTAR O MÉTODO CIENTÍFICO

O que está claro é que não emerge, de toda esta argumentação e contra-argumentação, nenhuma visão de ciência que seja aceita universalmente. O que se segue é uma tentativa de salientar alguns pontos importantes, que podem ajudar os professores de ciência a apresentar uma imagem desse assunto que concorde com a evidência histórica, e que ofereça alguma orientação aos praticantes sobre como proceder.

- i. A observação é dependente da teoria e, portanto, falível. ii. As teorias são estruturas complexas produzidas pela mente humana. Uma vez produzidas, no entanto, elas têm uma existência objetiva independente das opiniões individuais. Uma teoria científica é separada, mas relacionada à atividade científica que a criou, da mesma maneira que a teia de aranha está separada, mas relacionada à sua fiação. Pode ser que existam mesmo consequências que seu criador não tenha previsto, ou que possua relacionamentos conceituais que permaneçam indetectáveis por algum tempo.
- iii. As teorias podem ser elaboradas e mantidas, a despeito de observações falsificadoras. Elas precisam de tempo para se desenvolver, antes de serem submetidas a testes rigorosos. Quando a observação e a teoria estão em conflito, os fundamentos teóricos podem ser protegidos pelo desvio da aparente falsificação para alguma estrutura teórica subsidiária daquela teoria.
- iv. Uma nova teoria deve ser introduzida para fornecer a evidência para a rejeição de outra teoria existente. Neste caso, a afirmativa de Popper de que a aceitação da teoria é tentativa, enquanto que a rejeição é decisiva, está equivocada. A rejeição da teoria antiga não pode ser mais decisiva que a aceitação da nova teoria.
- v. O método científico, da forma como é praticado pela comunidade científica, é o meio pelo qual obtemos conhecimento sobre o mundo físico. A figura 3 é uma modificação da ilustração de Popper de sua visão dos "três mundos" do conhecimento, na qual seu "mundo" do *processo do pensamento humano* ("mundo 3") foi substituído pelo *método científico*.

Este método científico, como o conhecimento que ele produz, tem uma existência objetiva independente daqueles que o produziram; ele se modifica e se desenvolve. Em outras palavras, não há **um** método científico aplicável a todos os períodos da história. Portanto, quando procuramos suporte histórico para nossa visão atual do método científico, nós não o encontraremos. A metodologia científica atual ajusta-se à situação atual. Além do mais, a evidência histórica está na mesma situação que a evidência observacional e experimental, isto é, depende da teoria e, assim, é falível e desconfiável (depende de uma teoria específica da história).

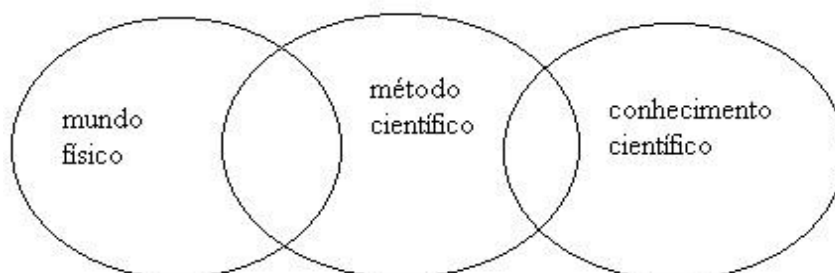


figura 3

- vi. A ciência caminha através de um processo de três estágios: um individual, um comunitário e um objetivo. A atividade intensamente pessoal de pesquisa criativa, que possui muito em comum com outros tipos de atos criativos (como as artes), produz conhecimento impessoal e objetivo, por meio de procedimentos que são desenvolvidos, validados e supervisionados pela comunidade de profissionais. O cientista (individualmente) sente um problema, formula uma estratégia para resolvê-lo, inventa hipóteses, cria e manipula conceitos, coleta evidências, e assim por diante – usando sua própria imaginação criativa e as técnicas e conhecimentos que foram desenvolvidos por seus predecessores no jogo da ciência. É durante a etapa criativa que a anarquia de Feyerabend é de uma ajuda essencial: a menos que as convenções do modelo vigente sejam suspensas, não pode haver progresso. A confiança do indivíduo nos novos resultados experimentais ou em um novo sistema teórico é, no entanto, insuficiente para estabelecê-lo como parte do conhecimento científico. Ele deve expor-se às críticas e/ou testes feitos por outros cientistas membros da comunidade. Se ele sobrevive a esse estágio, pode ser admitido no corpo do conhecimento científico; mas pode ser descartado mais tarde, à luz de novas evidências, novas formas de ver as evidências existentes, ou novas teorias. Assim, um novo achado é o produto de uma atividade social complexa, que se origina no ato individual de descoberta ou criação. O produto desse esforço tem uma existência independente como parte da estrutura complexa do conhecimento, onde as relações e consequências existem independentemente de qualquer conhecimento individual das mesmas.

Este modelo de ciência é proposto como adequado para um currículo de ciência escolar, na crença de que ele representa um compromisso entre as visões de ciência contraditórias que existem. Ele traz a objetividade procurada por Popper, a subjetividade premiada por Polanyi e Feyerabend, e a visão consensual antecipada por Bloor, Ziman e Kuhn. Pelo tópico (v) acima, ele vai ao encontro do requisito de que um modelo aceitável de ciência deve ser sustentado pela evidência histórica. Estamos propondo-o na crença de que seu reconhecimento da individualidade e da criatividade dos primeiros estágios da atividade científica será bem recebido por aqueles alunos atualmente indiferentes pela visão popularmente tida como impessoal e clínica da ciência; e, ao mesmo tempo, sua reafirmação da natureza objetiva do método científico e do conhecimento científico evita que se degenera para a tendenciosa posição sociológica de que "a verdade é como você a vê".

RELACIONANDO A PRÁTICA CIENTÍFICA AO ENSINO

Um ponto final refere-se à relação entre a prática e o ensino da ciência. Enquanto é claramente importante, para aqueles que aprendem ciência, ter uma visão realista do modo como os cientistas trabalham; e enquanto é aceito que os jovens também precisam ter uma experiência em primeira mão do "fazer ciência", se desejamos dar-lhes uma educação dita completa; isso não tem como consequência que toda a experiência de aprendizado (em termos de tempo e de recursos para tal objetivo) possa sempre espelhar o método científico. Nem deveria fazê-lo. A natureza de apresentação, o tipo de experiência e o caráter da demanda intelectual situam-se na base de uma boa prática de ensino.

REFERÊNCIAS:

1. Nuffield Chemistry, *Instruction and Guide*. Longmans/Penguin, 1966.
2. Nuffield Physical Science, *Introduction Guide*. Penguin, 1968.
3. Nuffield Physics, *Teacher's Guide I*. Longmans/Penguin, 1968.
4. Nuffield Chemistry, *Handbook for teachers*. Longmans/Penguin, 1966.

5. ChemStudy, *Teacher's Guide*. Freeman, 1963.
6. N. R. Manson, *Observation and Explanation*.
7. K. Popper, *Objective Knowledge*. Oxford University Press, 1972.
8. I. Kant, *The Critic of Pure Reason*, (N. K. Smith trans.). Macmillan, 1929.
9. K. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, 1972.
10. P. K. Feyerabend, *Against Method*. New Left Books, 1975.
11. D. Hume, *On the Understanding*, in *Philosophical Works*, vol. I. Adam and Charles Black, 1854.
12. A. F. Chalmers, *What is that thing called science?* The Open University Press, 1978.
13. I. Lakatos, *The Methodology of Scientific Research Programs*. Cambridge University Press, 1978.
14. P. K. Feyerabend, *Construtivism for the Specialist in Criticism and the Growth of Knowledge* (I. Lakatos and A. Musgrave, eds.). Cambridge University Press, 1970.
15. T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, 1970.
16. M. Polanyi, *Personal Knowledge*. Routledge and Kegan Paul, 1958.
17. D. Bloor, *Knowledge and Social Imagery*. Routledge and Kegan Paul, 1976.
18. J. M. Ziman, *Public Knowledge*. Cambridge University Press, 1968.
19. J. M. Ziman, *Reliable Knowledge*. Cambridge University Press, 1978.

GLOSSÁRIO

Heurística:

- conjunto de regras e métodos que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução de problemas;
- procedimento pedagógico pelo qual se leva o aluno a descobrir por si mesmo a verdade que lhe querem ocultar;
- ciência auxiliar da História, que estuda a pesquisa das fontes. (Aurélio)

