

## O Método Científico

*Antônio C. Roque*

### *Dedução e Indução*

Ao longo da história, duas maneiras distintas de raciocínio têm sido usadas para se chegar a inferências ou conclusões científicas. Esses padrões de raciocínio são chamados de *método dedutivo* e de *método indutivo*.

A melhor maneira de ilustrar os dois métodos é dar exemplos. Vejamos primeiramente um exemplo de raciocínio dedutivo:

Todos os brasileiros gostam de futebol  
Jorge é um brasileiro

---

Portanto, Jorge gosta de futebol

As primeiras duas afirmações são chamadas de “premissas” da inferência, e a terceira é chamada de conclusão. Esse tipo de raciocínio é chamado de dedutivo porque tem a seguinte propriedade: se as premissas forem verdadeiras, então a conclusão também deve ser verdadeira. Em outras palavras, se for verdade que (1) todos os brasileiros gostam de futebol e (2) Jorge é um brasileiro, a consequência é que é verdade que Jorge gosta de futebol. Costuma-se expressar isso dizendo-se que as premissas da inferência implicam a conclusão. Obviamente, não há nenhuma garantia de que as premissas desse exemplo sejam verdadeiras. Por exemplo, há muito brasileiros que não gostam de futebol, mas não é isto que importa aqui. O que torna este tipo de inferência dedutiva é a existência de uma relação específica entre as premissas e a conclusão, isto é, se as primeiras forem verdadeiras, então a última também será. O fato de as premissas serem ou não verdadeiras é um outro problema que não afeta a estrutura lógica do esquema acima.

Vejamos agora um exemplo de uma inferência indutiva (Okasha, 2002).

Os cinco primeiros ovos da caixa estavam podres  
Todos os ovos da caixa têm o mesmo prazo de validade (marcado na caixa)

---

Portanto, o sexto ovo também estará podre

Esta forma de raciocínio não é dedutiva porque as premissas não implicam a conclusão. Mesmo que seja verdade que os primeiros cinco ovos estavam podres e que todos os ovos da caixa tenham o mesmo prazo de validade, não há garantias de que o sexto ovo também esteja podre. Ele pode estar perfeitamente bom para se comer. Em outras palavras, é logicamente possível que as premissas dessa inferência sejam verdadeiras e que a conclusão seja falsa. Portanto, esta inferência não é dedutiva. Ela é chamada de indutiva.

O problema da metodologia científica constitui um tema de estudo da filosofia da ciência e um resumo das principais tentativas de se definir o método científico será feito a seguir.

### *Grécia antiga*

Uma maneira de definir ciência que, provavelmente, foi concebida pela primeira vez na Grécia antiga e que, de certa forma, perdura até os dias de hoje é a que assume que o objetivo da ciência é buscar *verdades universais*.

Para o filósofo grego **Platão** (429–347 a.C.), as verdades universais existiriam independentemente daquilo que é percebido pelos sentidos. Segundo Platão, a experiência sensorial não pode nos revelar a real natureza das coisas e o conhecimento verdadeiro só pode ser atingido pela razão e reflexão filosófica.

Já o filósofo grego **Aristóteles** (384–322 a.C.), que foi discípulo de Platão, pensava de outro jeito. Aristóteles considerava que as verdades universais estão presentes nos fenômenos e objetos concretos percebidos por nossos sentidos. Além disso, para Aristóteles a maneira de se chegar ao conhecimento verdadeiro teria necessariamente que partir da nossa experiência sensorial com os objetos e fenômenos particulares encontrados no dia-a-dia.

O método científico, para Aristóteles, poderia ser considerado hoje em dia como uma combinação de indução e dedução:

1. O processo de aquisição de conhecimento começaria com a experiência sensorial;
2. As várias repetições das experiências sensoriais gerariam memórias;
3. A partir dessas memórias, por um processo de *intuição*, seria possível discernir as propriedades universais das coisas;
4. Finalmente, essas definições universais seriam usadas como premissas para, através de demonstrações dedutivas baseadas na lógica, se chegar ao conhecimento sobre o mundo.

### *Idade Média*

O período que vai da decadência da civilização greco-romana até o nascimento da ciência moderna, com Galileu, é geralmente considerado como um período negro para a história da ciência. No entanto, muitos filósofos muçulmanos e cristãos dos séculos IX ao XV se interessaram pelos problemas do método científico e da validade do conhecimento (Lindberg, 1992). Muçulmanos como al-Haytham, al-Biruni, al-Khwarizmi, al-Farisi e Avicenna, e cristãos como Nicolas Oresme, Robert Grosseteste, Duns Scotus, William de Occam (ou Ockham) e Roger Bacon enfatizaram em seus escritos o valor da experimentação como uma das ferramentas (a outra seria o raciocínio lógico-dedutivo) para a verificação da validade de hipóteses. Eles também enfatizaram as virtudes das teorias que necessitam do menor número possível de hipóteses não provadas (um princípio conhecido hoje em dia como “navalha de Occam”).

Os escritos e pensamentos dos filósofos medievais, no entanto, não foram suficientes para eclipsar a enorme influência de Aristóteles sobre o pensamento científico dominante durante a Idade Média, principalmente a partir do século XIII (antes disso, a influência de Platão era maior). Embora Aristóteles desse valor à observação e à experiência, a principal característica do seu método científico era o uso de métodos de dedução rigorosos baseados na lógica para se chegar a conclusões causais a partir de premissas de natureza universal. As inúmeras traduções dos textos de Aristóteles, feitas inicialmente do grego para o árabe e, depois, deste para o latim e as outras línguas européias, e as interpretações que os escolásticos medievais fizeram deles, acabaram por desvirtuar as suas idéias. O que se considerava como método aristotélico entre os escolásticos medievais, alçado à condição de infalível por alguns deles, era puramente a parte lógico-dedutiva e nem sequer se cogitava a possibilidade da realização de experimentos para testar as conclusões obtidas por esse método.

### *Bacon*

Talvez seja justo dizer que o prenúncio do nascimento da ciência moderna foi feito pelo filósofo e jurista inglês Francis Bacon (1561–1626). Bacon propôs que o objetivo da ciência deve ser o melhoramento da vida do ser humano na terra e que a maneira correta de se fazer isso é o pelo uso da experimentação (Chalmers, 1993). Em uma série de livros publicados no começo do século XVII, ele defendeu a causa da ciência empírica e atacou violentamente o que considerava como perda de tempo com discussões filosófico-teológicas feitas pelos escolásticos medievais. O tema central do ataque de Bacon aos escolásticos era a “certeza do conhecimento”. Como podemos ter certeza de que nosso conhecimento é completamente confiável? Para Bacon, o método dedutivo não tem condições de garantir certeza sobre os fenômenos da natureza e era essa a razão pela qual os debates entre os filósofos medievais dos séculos que o precederam se prolongavam interminavelmente sem nunca chegar a conclusões definitivas. Segundo Bacon, a aplicação do método indutivo puro, baseado na acumulação de resultados experimentais sobre fenômenos particulares e sem o uso de hipóteses, seria *suficiente* para se descobrir todas as verdades naturais, tanto as de caráter universal como as de caráter particular.

A contribuição de Bacon para o desenvolvimento da ciência reside no fato de que ele identificou a **importância da experimentação formal** como uma maneira adequada de se testar hipóteses. Os seus argumentos tornaram-se extremamente influentes entre a comunidade de cientistas profissionais que se formou e cresceu rapidamente nos trezentos anos que se seguiram à sua morte em 1626. A vigorosa campanha de Bacon em favor do método experimental, aliada ao fato de que nos três séculos seguintes a aplicação desse método realmente levou a um avanço enorme e sem precedentes em todas as ciências, fez com que o “método experimental” passasse a ser sinônimo de “método científico”. Um exemplo disso é a famosa frase do físico alemão Max Planck, dita em uma de suas palestras

públicas em 1894: “Os experimentos são a única maneira de conhecimento a nossa disposição. O resto é poesia, imaginação”.

### **Positivismo**

Nos três séculos que se seguiram a Bacon, os filósofos invariavelmente concluíam que as leis da ciência são obtidas pelo método indutivo como simples generalizações derivadas de uma série de observações. Após o exame e a observação de vários exemplos de um mesmo fenômeno pode-se concluir, por exemplo, que “todos os cisnes são brancos” ou que “sempre que houver um relâmpago, um trovão virá em seguida”.

Isso levou à idéia de que o método científico possui três estágios separados de operação:

1. *Descrição*;
2. *Indução* de generalizações;
3. *Testes* das generalizações por novas observações do mesmo fenômeno (ou talvez por experimentos) para verificar se elas permanecem válidas.

Essa visão se manteve dominante entre cientistas e filósofos até mais ou menos o fim do século XIX. Na realidade, ela dominou as ciências sociais e algumas áreas da biologia até o século XX, sob o nome de positivismo – nome dado pelo filósofo francês Auguste Comte (1798– 857), um dos fundadores da sociologia – ou positivismo-lógico – nome dado pelos filósofos e matemáticos do chamado *Círculo de Viena* (Alvez-Mazzotti e Gewandsznajder, 2002). Mesmo nos dias de hoje, para a maioria dos leigos a ciência consiste em descobrir fatos novos sobre o mundo simplesmente a partir de observações e experimentações.

Essa concepção essencialmente linear da ciência, no entanto, não correspondia de fato à maneira como os cientistas conduziam seus trabalhos. Juntar evidências para delas inferir generalizações talvez fosse a maneira como muitos biólogos e geólogos trabalharam até o fim do século XIX, mas a assim chamada Revolução Científica do século XVII já tinha mostrado uma maneira muito diferente de se fazer ciência. Essa era a maneira como os físicos trabalhavam. Para os físicos, a chave do progresso estava em produzir explicações para os fenômenos e não na proliferação de generalizações descritivas.

### **Hume**

No plano filosófico, uma importante crítica ao método indutivo foi a formulada pelo filósofo escocês David Hume (1711–1776): a única garantia que temos para o sucesso do método indutivo é o seu sucesso no passado. Mas isto, por si só, é uma generalização e como o próximo exemplo pode contrariar essa generalização particular caímos em um círculo vicioso em que se tenta justificar uma generalização por outra generalização igualmente passível de erro. A indução, portanto, não pode ser justificada racionalmente e qualquer forma de ciência empírica baseada nela é necessariamente falha. A indução sofre

da falta de certeza de conhecimento garantida pelas disciplinas dedutivas da lógica e da matemática.

### Popper

A mais importante tentativa de resolver o problema levantado por Hume foi a feita pelo filósofo austríaco naturalizado britânico Karl Popper (1902–1994). Uma das preocupações iniciais de Popper foi a de encontrar alguma maneira de distinguir entre as afirmações da ciência e as da metafísica (isto é, entre afirmações que tenham alguma validade sobre os fenômenos do mundo externo e aquelas que sejam puramente abstratas). Popper reconheceu, aceitando os argumentos de Hume, que as tentativas de justificar a ciência em termos lógicos fazendo-se referência à indução levam inevitavelmente ao fracasso. Ele, entretanto, argumentou que os cientistas não trabalham apenas acumulando observações sobre um dado fenômeno e depois derivando generalizações delas. Eles também geram hipóteses sobre a natureza do mundo (algumas vezes, mas não sempre, a partir de generalizações indutivas) e então submetem essas hipóteses a testes rigorosos. Esses testes, segundo Popper, não constituem tentativas de *provar* uma teoria particular (uma forma de indução), mas sim tentativas de *refutar* essa teoria.

A prova de algo, de acordo com Popper, é uma coisa logicamente impossível. Podemos apenas refutar com certeza alguma coisa, pelas mesmas razões que Hume já havia apontado anteriormente: um único contra-exemplo é suficiente para refutar uma generalização, enquanto que a prova iria exigir a tarefa impossível de se documentar cada instância do fenômeno em questão (incluindo, presumivelmente, aquelas que ainda não ocorreram!). Em outras palavras, **os experimentos devem ser desenhados para falsificar ou refutar a hipótese sob teste e não para demonstrar a sua verdade.** Esse procedimento, segundo Popper, rompe o ciclo vicioso do problema da indução. Ao contrário de ser o vilão da ciência, o contra-exemplo é precisamente aquilo que o cientista deve procurar: ele é a própria marca registrada da ciência.

**O método de refutação de Popper se encaixa no esquema de raciocínio dedutivo** e é, portanto, justificável logicamente. O exemplo a seguir ilustra isso.

Todas as mil peças de metal testadas até agora conduzem eletricidade  
A milésima primeira peça de metal testada não conduz eletricidade

---

Portanto, nem todas as peças de metal conduzem eletricidade

Popper usou o termo “falsificação” para descrever o que os cientistas devem realmente fazer com suas teorias. Para ele, a **principal característica de uma teoria científica é que ela seja falsificável.** Tudo o que não for falsificável, para Popper, seria pseudo-ciência. Exemplos de teorias pseudo-científicas para Popper seriam a psicanálise e o marxismo, pois elas podem fornecer explicações para qualquer evidência empírica.

Já um exemplo de teoria científica seria a teoria da relatividade geral de Einstein. Einstein usou sua teoria para fazer, em 1915, uma previsão bem definida sobre a deflexão da luz das estrelas distantes pelo campo gravitacional do Sol. Essa previsão foi testada e verificada experimentalmente pelos astrônomos em 1919, o que resultou em um enorme sucesso para a teoria da relatividade geral e levou à sua aceitação pela maioria da comunidade científica na época, mas se a previsão não tivesse concordado com os dados empíricos a teoria da relatividade geral teria sido rejeitada.

### *Críticas a Popper*

A concepção popperiana de ciência como um processo de falsificação dominou a filosofia da ciência durante a primeira metade do século XX e ainda se mantém influente entre os cientistas. No entanto, com o tempo tornou-se claro que os cientistas nem sempre seguem o método popperiano. Em algumas ocasiões, eles parecem aceitar hipóteses com base em poucas evidências, ou mesmo em nenhuma; em outras, eles se recusam a rejeitar hipóteses mesmo quando os testes experimentais mostram que elas estão erradas.

Um exemplo deste último tipo de procedimento é o seguinte: após a descoberta do planeta Urano pelo astrônomo inglês William Herschel em 1781, verificou-se que sua órbita não era compatível com a previsão feita pela teoria da gravitação de Newton. Apesar disso, os cientistas daquela época não descartaram a teoria da gravitação newtoniana. Ao contrário, eles usaram a própria teoria de Newton para prever a existência de um outro planeta ainda não visto. Entre 1843 e 1846, os matemáticos John Adams, na Inglaterra, e Urbain Le Verrier, na França, calcularam independentemente qual teria que ser a massa e a órbita desse planeta desconhecido para que a sua atração gravitacional sobre Urano causasse a perturbação necessária para que a órbita de Urano se ajustasse aos dados observacionais. Com o auxílio dessa previsão, os astrônomos descobriram logo em seguida o planeta Netuno.

Este exemplo está longe de ser único. Em geral, os cientistas não abandonam suas teorias assim que ocorrem erros entre suas previsões e os dados empíricos. Eles normalmente procuram encontrar maneiras de justificar os erros sem precisar descartar as teorias.

Na realidade, o princípio popperiano de falseabilidade parece ser muito restritivo e, se fosse adotado rigorosamente, levaria em pouco tempo a uma crise na ciência: os cientistas rapidamente ficariam sem hipóteses para testar (e rejeitar) simplesmente porque o seu conhecimento do mundo é muito limitado.

Outra dificuldade com a concepção popperiana é que o processo de falsificação de teorias parece se basear na visão de que as relações causais no mundo real são simples processos do tipo “uma causa, um efeito”. Na realidade, porém, muitos fenômenos do mundo real são influenciados (causados) por mais de uma variável. Se tentássemos testar a hipótese de que “uma dieta baseada em porções equilibradas dos vários tipos de alimentos diminui a incidência de doenças cardiovasculares em uma população”, por exemplo,

poderíamos acabar concluindo que essa hipótese é falsa. E o motivo poderia ser por não levarmos em consideração outras variáveis além da dieta como, por exemplo, o tipo de vida que os indivíduos da população levam, se fazem atividades físicas regularmente, se estão submetidos a estresses constantes, etc. Essas variáveis influenciam na incidência de doenças cardiovasculares em uma população e poderiam atuar contra o efeito benéfico da dieta para a saúde.

Popper foi muito influenciado por disciplinas como a física newtoniana em que a maioria dos fenômenos têm explicações simples baseadas em uma única causa. Por exemplo, quando uma maçã se solta de sua árvore a força da gravidade faz com que ela caia em direção à Terra, independentemente de ser dia ou noite, de estar chovendo ou não, ou de a maçã ser vermelha ou verde.

O problema com as situações do mundo real é que existem muitas variáveis para confundir. Apenas sob condições experimentais cuidadosamente controladas a regra de falsificação de Popper seria a melhor regra a ser seguida. Mas mesmo assim, ela só funcionaria se fôssemos oniscientes e pudéssemos identificar todas as variáveis passíveis de confundir um experimento antes de começá-lo. Obviamente, se tivéssemos tal capacidade não haveria necessidade de fazer o experimento (Dunbar, 1996).

### **Kuhn**

Uma proposta de solução para o problema da concepção popperiana de ciência foi feita pelo norte-americano Thomas Kuhn (1922–1996), um físico que virou historiador da ciência. Kuhn estava interessado em estudar as causas que levaram os físicos do fim do século XIX e início do século XX a se recusar a abandonar a chamada física clássica (basicamente, mecânica newtoniana e teoria eletromagnética de Maxwell), mesmo com o acúmulo de evidências contra ela. A partir de um estudo detalhado da história da física, ele concluiu que a ciência caminha de maneira espasmódica, aos arrancos. Grandes novas idéias dão origem ao que ele chamou de “revoluções científicas”, quando todos os membros ativos de uma disciplina de repente concordam sobre uma nova abordagem (ou “paradigma”). Depois que uma tal “mudança de paradigma” ocorre, todo mundo passa a trabalhar dentro do que Kuhn chamou de “ciência normal”.

Durante um período de ciência normal, segundo Kuhn, a atividade dos cientistas é bastante conservadora: eles desenvolvem e estendem as implicações do novo paradigma, testam as suas diversas implicações e procuram acomodar os fatos experimentais conhecidos a ele. O objetivo desse período é determinar as “condições de fronteira” do novo paradigma – os limites de sua aplicabilidade. Com o tempo, no entanto, as previsões feitas pela nova teoria começarão a ser falseadas. No início, os cientistas não irão abandonar imediatamente a teoria. Ao contrário, eles vão procurar defendê-la invocando hipóteses auxiliares *ad hoc* que expliquem porque a teoria fornece previsões diferentes das observações empíricas justamente nas circunstâncias em que essas observações são feitas. Eventualmente, porém, o peso das previsões falsas torna-se tão grande que a teoria tem que

**ser abandonada.** Neste ponto, algum cientista sugeriria um novo paradigma, uma revolução científica ocorreria e todo o ciclo começaria novamente.

Um paradigma, para Kuhn, consiste de duas componentes principais:

- Um conjunto de **pressupostos teóricos fundamentais que todos os membros da comunidade aceitam por um dado período;**
- Um conjunto de “exemplares” ou **problemas científicos particulares que foram resolvidos por esses pressupostos teóricos** e que aparecem nos livros-texto da disciplina.

Um paradigma, no entanto, é mais do que isso. Ele é toda uma *visão de mundo* compartilhada. Quando os cientistas compartilham um paradigma, eles também concordam sobre quais são os problemas pertinentes da sua área que devem ser atacados, quais os métodos que devem ser usados, como devem ser as soluções aceitáveis desses problemas, etc.

### *Críticas a Kuhn*

A descrição de Kuhn de como os cientistas trabalham nada diz sobre se uma teoria ou paradigma é correto ou incorreto. Ela meramente diz que os cientistas, como um grupo, tendem a aceitar ou rejeitar uma nova teoria. Eles podem fazer isso com base no argumento de que a **nova teoria explica as evidências disponíveis melhor que a teoria anterior,** ou com base em alguma razão puramente arbitrária (como crenças políticas ou filosóficas, por exemplo).

A possibilidade de que uma nova teoria científica seja aceita por razões arbitrárias leva à conclusão de que as teorias científicas são produto da cultura na qual os cientistas estão inseridos (relativismo cultural) e não têm qualquer validade externa real.

### *Kuhn e Popper*

A concepção de Kuhn sobre ciência parece estar em contradição direta com a de Popper e muitos filósofos as vêem como pólos opostos (Rorty, 2000). Popper propõe um modelo racional, estático para descrever uma mudança de teoria: a evolução da ciência acontece por refutações sucessivas (pelo método da falsificação) de hipóteses científicas. Consequentemente, **para Popper a ciência é o resultado de um crescimento *cumulativo* de hipóteses científicas não refutadas, com a ressalva de que qualquer teoria atualmente não refutada poderá ser refutada no futuro.** O progresso da ciência, segundo Popper, pode ser entendido como decorrente da aplicação do **método dedutivo visando refutar logicamente uma teoria e apenas esse método pode servir para provocar qualquer escolha ou mudança de teoria.**

A visão de Kuhn, por outro lado, é a de que a ciência deve ser entendida como uma entidade dinâmica, histórica e social, cujo progresso está fadado a ocorrer de acordo com as forças psico-sociais internas da ciência. Como uma prática fundamentalmente humana, a ciência deve ser entendida em seus próprios termos e como o produto de mentes (muitas



vezes irracionais) que compartilham uma comunidade inserida em um contexto histórico particular. É o contexto, entendido de maneira ampla, que governa o verdadeiro progresso da ciência e não a “lógica” do seu método, como Popper propõe.

A visão popperiana corresponde a uma prescrição do que os cientistas deveriam fazer se quiserem fazer a coisa certa; a visão kuhniana, por outro lado, é mais uma constatação sobre o que os cientistas fazem de fato na prática.

### Lakatos

Muitos filósofos se preocuparam em tentar compatibilizar a visão kuhniana com a idéia de objetividade e racionalidade da ciência pretendida por Popper. Um possível argumento para tal consiste na observação de que uma mudança de paradigma kuhniano somente é feita depois que os cientistas testam exaustivamente o antigo paradigma a ponto de destruí-lo e de conseguirem encontrar um paradigma melhor para substituí-lo.

Esta é precisamente a interpretação feita pelo filósofo húngaro Imre Lakatos (1922–1974). Segundo Lakatos, os cientistas parecem se comportar de acordo com a visão popperiana em algumas ocasiões e de acordo com a visão kuhniana em outras. Para ele, a aparente contradição entre as duas visões surge apenas porque os filósofos da ciência falharam em reconhecer que elas envolvem dois tipos radicalmente diferentes de teorias. Os cientistas, Lakatos sugere, trabalham em um mundo multi-camadas em que algumas teorias funcionam de uma maneira *programática* enquanto que outras teorias estão mais voltadas para os detalhes de como o próprio programa funciona.

Um “programa de pesquisa” fornece aos cientistas as razões para fazer um experimento particular ou olhar o mundo de uma maneira particular: ele se comporta como um paradigma kuhniano. Dentro desse programa, os cientistas geram hipóteses subsidiárias que especificam como o programa funciona na prática: são estas que os cientistas testam em detalhe e aceitam ou rejeitam segundo o esquema popperiano.

A teoria de Darwin da evolução por seleção natural, por exemplo, constitui um exemplo de programa de pesquisa para os biólogos: ela os encoraja a interpretar suas observações de uma certa maneira e sugere hipóteses particulares para serem testadas. As hipóteses subsidiárias podem ou não ser corretas, mas suas refutações não são suficientes para implicar que o arcabouço teórico do programa de pesquisa esteja errado. Elas apenas nos dizem que o arcabouço teórico não produz seus efeitos exatamente da maneira como se supunha.

Por exemplo, os biólogos e antropólogos utilizam os registros fósseis disponíveis para construir teorias sobre quais teriam sido os antepassados dos humanos modernos e quando o nosso ramo evolutivo teria se separado do de outras espécies. De vez em quando, devido a novos achados fósseis ou a descobertas da biologia molecular, a árvore evolutiva do ser humano tem que ser refeita, mas isso não implica que a teoria da evolução tenha que ser descartada. Ao contrário da crença popular, a teoria da evolução não pode ser rejeitada por evidências do registro fóssil. O registro fóssil pode apenas nos contar *como* a evolução

ocorreu e que rotas particulares ela tomou. A rejeição da teoria da evolução só pode vir de estudos sobre os mecanismos da evolução (por exemplo, a seleção natural) e isso só pode ser feito com espécies vivas (Dunbar, 1996).

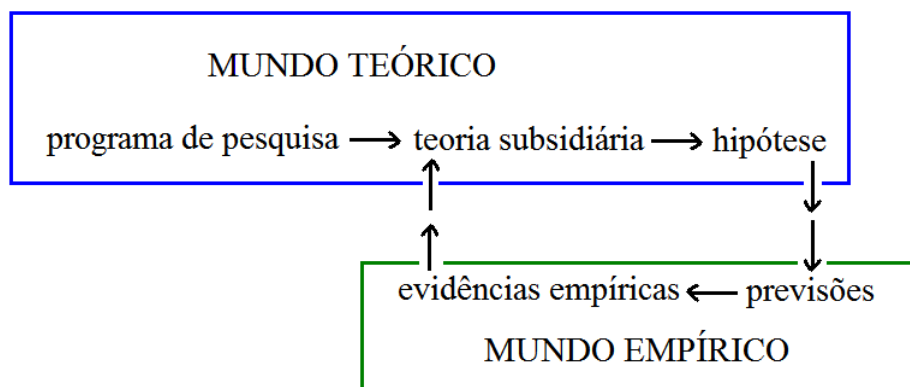
Lakatos também procurou explicar o porquê da resistência dos cientistas em abandonar suas teorias argumentando que não há sentido em se rejeitar um programa de pesquisa apenas porque existem evidências contra ele. Sem um programa de pesquisa não podemos fazer perguntas ou propor experimentos. Portanto, não há porque abandonar um programa de pesquisa a menos que exista um melhor para substituí-lo. É melhor continuar usando o velho programa de pesquisa, mesmo desacreditado, até que um novo programa de pesquisa apareça. De fato, a melhor maneira de encontrar um novo programa de pesquisa é continuar testando hipóteses geradas pelo velho programa. Fazendo isso, temos pelo menos a chance de descobrir algum fato crucial que possa nos levar ao novo programa de pesquisa.

#### *Modelo hipotético-dedutivo*

Independentemente das diferenças entre as concepções sobre o método científico dos filósofos da ciência do século XX, os trabalhos desses filósofos levaram a mudanças importantes na maneira de se encarar a ciência em relação à visão empirista dos positivistas do século XIX. Em particular, eles produziram uma reinterpretação do papel dos modelos e teorias na ciência e de sua relação com os dados empíricos.

Como já visto acima, os filósofos dos séculos XVIII e XIX interpretavam essa relação segundo o **esquema linear**: **observações**  $\Rightarrow$  **hipóteses**  $\Rightarrow$  **testes**. Neste esquema, o **cientista acumula observações até que tenha garantias suficientes para fazer uma generalização (uma hipótese) que é testada com novas observações**.

A mudança de visão que ocorreu durante o século XX levou a uma **concepção circular** de ciência ao invés de linear. Ela envolve dois mundos bem diferentes, mas paralelos (o mundo teórico, em que reside o programa de pesquisa ou o paradigma, e o mundo empírico das observações) que estão ligados via um processo de retroalimentação baseado nos testes experimentais de hipóteses (veja o esquema abaixo).



Essa concepção sobre como a ciência funciona é geralmente conhecida como “**modelo hipotético-dedutivo**”, um nome dado pelo filósofo alemão **Carl Hempel** (1905–1997). Segundo este esquema, as teorias são essencialmente constructos ou modelos de como o mundo funciona. O cientista trabalha dentro de um mundo estritamente teórico deduzindo consequências que decorrem das hipóteses e premissas do modelo. Em seguida, ele testa a validade do modelo comparando suas previsões com os dados do mundo real. Enquanto o modelo produzir previsões que concordam com o que ele observa e mede, o cientista continua a desenvolvê-lo. Mas quando o modelo falha em prever corretamente os dados empíricos, o cientista altera o modelo ou procura um melhor. A ciência, portanto, funciona segundo um **processo de retroalimentação: ela aprende com seus próprios erros**. Na realidade, ela funciona de uma maneira genuinamente darwiniana: apenas as teorias que têm sucesso sobrevivem (Dunbar, 1996).

### ***Feyerabend***

Até o momento, nos concentramos nas visões racionalistas sobre a ciência. Não seria correto terminar esta breve descrição histórica sem mencionar ao menos uma das mais importantes visões relativistas sobre o método científico ao lado da de Kuhn. De maneira geral, a visão relativista da ciência sustenta que a avaliação e o prestígio de uma teoria científica, de um programa de pesquisa ou de uma hipótese é determinada por fatores não objetivos como cultura, linguagem, política, momento histórico, crenças pessoais, nacionalismo, gênero, raça, classe social, etc (Alves-Mazzotti e Gewandsznajder, 2002).

Um filósofo que levou a visão relativista até seus extremos foi o austríaco naturalizado norte-americano Paul Feyerabend (1924–1994). As visões de Feyerabend são interessantes porque são contrárias a praticamente todas as principais teorias sobre a filosofia da ciência. Segundo Feyerabend, a filosofia da ciência não tem qualquer valor para os cientistas porque se preocupa com problemas de lógica e significado que não têm importância para as vidas profissionais da maioria dos cientistas. Para ele, a ciência é uma atividade humana, tão complexa e problemática como qualquer outra. Na realidade, ele argumenta que a ciência como a praticamos tem todas as características da religião: ela possui um conjunto padrão de crenças às quais seus praticantes devem aderir, caso contrário caem no ostracismo e são excomungados.

Em função disso, Feyerabend adotou uma postura contra o método científico. Para ele, não existe um método único para a ciência ou para definir quem é um bom cientista. A boa ciência é aquela que funciona em um dado momento da história para fazer avançar o nosso conhecimento, e mesmo a própria definição do que é avançar o conhecimento é relativa (Smolin, 2008).

Uma crítica importante de Feyerabend diz respeito à maneira como os cientistas escolhem suas hipóteses. Feyerabend argumenta que os cientistas tendem a rejeitar prematuramente teorias potencialmente interessantes antes de testá-las e conhecê-las adequadamente, simplesmente porque elas não se coadunam com as idéias correntes sobre

o mundo. Ao invés de derivar novas hipóteses das teorias científicas atuais, ele sugere que os cientistas deveriam considerar quaisquer alternativas que lhes ocorram, mesmo que pareçam extravagantes à primeira vista. Neste sentido, Feyerabend advoga o que ele chama de “anarquia epistemológica”.

#### *A título de conclusão*

A descrição feita acima contempla apenas as idéias centrais dos principais filósofos da ciência até o último quarto do século XX. Para se aprofundar mais no pensamento desses filósofos, a melhor maneira é ler seus livros diretamente (existem alguns traduzidos para o português). Também recomenda-se a leitura de textos que apresentem e discutam as principais correntes contemporâneas sobre a filosofia da ciência, como, por exemplo, a abordagem cognitiva, o bayesianismo, a sociologia do conhecimento, o empirismo de van Fraassen, etc (Alvez-Mazzotti e Gewandsznajder, 2002).

Espera-se que esse tipo de leitura mais filosófica, levada em paralelo com as leituras mais técnicas das áreas científicas especializadas, possa ajudar futuros cientistas profissionais a situar e compreender melhor a natureza do trabalho científico e a desenvolver uma visão crítica sobre a ciência enquanto atividade humana.

#### *Referências*

1. Alves-Mazzotti, A. J.; Gewandsznajder, F., O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo-SP: Pioneira Thomson Learning, 2002.
2. Chalmers, A. F., O Que É Ciência Afinal? São Paulo-SP, Brasiliense, 1983.
3. Dunbar, R. The Trouble with Science. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.
4. Lindberg, D. C. The Beginnings of Western Science: the European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 B.C. to A.D. 1450. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
5. Okasha, S. Philosophy of Science: A Very Short Introduction. Oxford: Oxford University Press, 2002.
6. Rorty, R. Kuhn, In: Newton-Smith, W. H. (Ed.), A Companion to the Philosophy of Science Oxford: Blackwell Publishers, 2000.
7. Smolin, L. The Trouble with Physics. London: Penguin, 2008.

#### *Para consultas via internet*

- Philosophy of Science Portal: [http://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Scientific\\_method](http://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Scientific_method)
- History and Philosophy of Science: <http://www.galilean-library.org/hps.php>