

Rigler, F.H & R.H. Peters. 1995. Science and Limnology.
Ecology Institute, Alemanha

Tradução 'rápida' deste capítulo por Adriano S. Melo (Ecologia, UFG)
Para uso dos alunos de Biologia e Ecologia da UFG.
Disciplinas Epistemologia e Filosofia da Ciência.
Março 2010

II Uma Breve História do Método

"Os grandes cientistas ... representam para mim uma simples mas impressionante idéia de Ciência... Isto, portanto, para mim é Ciência. Eu não tento defini-la, por boas razões. Eu quero apenas delinear uma simples figura do tipo de homens que eu tenho em mente e de suas atividades. E a figura será uma grande simplificação... Meu critério de demarcação entre ciência é uma simples análise lógica desta figura."

K. R. Popper
[*The Problem of Demarcation* (1934)]

Muito deste livro tem como premissas a distinção de Karl Popper entre teoria científica e conceito não-científico, seu critério de demarcação. De acordo com Popper, um argumento se qualifica como uma teoria científica se ele for capaz de gerar afirmativas ou grupos de afirmativas falsificáveis. Estas afirmativas são chamadas "previsões". Os principais objetivos da ciência são fazer teorias, usar as teorias para fazer previsões e avaliar estas previsões contra observações.

Embora as idéias de Popper sejam largamente conhecidas, elas não são universalmente aceitas mesmo pelos filósofos, e sua relevância é ainda muito menos apreciada por muitos cientistas ativos. Por exemplo, eu fui criado numa tradição em que ciência descobre a verdade, que somente cientistas podem entender ciência, e que filósofos e historiadores não tem nada para falar para o pesquisador. Eu acabei descobrindo a insensatez daquela posição através da consideração da história da biologia, uma história que frequentemente reflete os estágios do meu próprio desenvolvimento filosófico e frequentemente de outros cientistas. Esse capítulo portanto usa uma visão geral da história do pensamento biológico como uma forma de apreciar o critério de demarcação de Popper.

Três Caminhos para o Conhecimento

Para todas as formas de pensamento humano e seus esforços, existem apenas três métodos de ganhar informação sobre o universo: o método intuitivo, o método metafísico e o método científico. Cada método é caracterizado por certas pressuposições sobre a natureza e por critérios para julgar os "insights" que o método produz.

O método intuitivo é a forma mais antiga de descoberta. Ele assume que nenhuma lei governa o comportamento de objetos naturais ou, se existem leis, elas podem ser repelidas a qualquer momento por alguma força ou ser organizador maior. Dada a inconstância dos fenômenos observados, o método intuitivo coloca pouca fé nas observações. Ao contrário, ele dá suporte à idéia que a única forma de ganhar conhecimento de grande valor é através da revelação. A verdade será revelada para nós se colocarmos nossa mente de forma tão receptiva para que a força organizadora possa revelar suas intenções. É um corolário desta visão que

humanos, por seus próprios esforços, não podem adquirir qualquer entendimento real do universo ou esperança de prever eventos futuros.

O segundo método, o método metafísico, tem sido o escolhido por muitos filósofos. Ele assume que o comportamento de objetos naturais é governado por um conjunto de leis e que pessoas podem descobrir essas leis pelos seus próprios esforços. Este método enfatiza o poder da mente humana para ver estas leis. Ele inicia com a procura de premissas que são obviamente verdadeiras e, pelo uso da lógica, deduz leis naturais destas verdade axiomáticas. Tanto o método intuitivo quanto o metafísico justificam seus "*insights*" pela interpretação apropriada de observações como situações percebidas da verdade geral.

Finalmente, o método científico compartilha a pressuposição do método metafísico que o universo funciona de acordo com leis. Os cientistas diferem dos metafísicos pelo fato de não se apoiarem apenas em seus pensamentos, mas também em observações para definir estas leis. A ciência pode portanto iniciar com observações, como sugerido na Fig. 3 (está no fim do capítulo), ou com uma idéia. Não importa como o método inicia, os cientistas devem usar seus cérebros para produzir uma teoria ou lei. Eles então passam ao teste das implicações da teoria contra novas observações. Se a teoria falha em prever bem, a teoria é modificada e uma nova teoria é testada em seu lugar.

A diferença essencial entre o método científico e os outros é que as afirmativas da ciência não precisam ser verdades. A ciência não requer que seus praticadores percebam a verdade diretamente, nem aceita que outros possam fazer isto. Em ciência, o conhecimento sempre é hipotético, de forma que o último juiz em ciência seja o testemunho das observações, não o fervor de acreditar.

Os três métodos de pesquisa não são aplicados necessariamente de forma separada. O tempo tem possibilitado a hibridização, e a história da ciência pode ser muito utilmente interpretada como a história da atuação conjunta destes três métodos.

Aristóteles

Iniciamos com Aristóteles (384-322 AC) visto que, embora sujeito a argumentação, a ciência começou com os Gregos e Aristóteles foi o mais influente dos cientistas Gregos. Só estamos interessados em seu método de descobrir sobre a natureza. Quando olhamos como Aristóteles fez isso, encontramos uma curiosa mistura de metafísica e ciência.

Aristóteles deve ser considerado um cientista, porque ele insistiu na importância de observações. Por exemplo, a 2300 anos atrás se acreditava que o embrião humano alimentava-se prendendo-se à carne da mãe e então sugando-a com sua boca. Aristóteles ridicularizou a idéia, porque "qualquer um que se dá ao trabalho de olhar" vai ver que o embrião está completamente fechado em um saco cheio de fluido; ele não poderia sugar a carne da mãe (Bodenheimer 1953). Aristóteles concluiu que a alimentação deve entrar através da placenta e do cordão umbilical (Fig. 7A). Isto é o que nós acreditamos ainda hoje.

O argumento de Aristóteles da nutrição pela placenta, embora referente a um ponto pequeno, era ciência. Ele construiu uma teoria - que todos os animais precisam de nutrição - e uma observação - de que o feto está no saco amniótico - para concluir que a teoria predominante era falsa. Ele, então, baseou-se em uma outra observação - que o cordão umbilical passava da mãe para o feto - para produzir uma generalização sobre todos os embriões humanos: o embrião é nutrido através da placenta e do cordão umbilical.

Ao considerar o problema de nutrição placentária, Aristóteles parece ter pensado de forma semelhante àquela dos cientistas de hoje. No entanto, em outras partes de seus escritos, encontramos argumentos que são quase sem sentido para nós. Naqueles pontos, Aristóteles mistura ciência com a sua agora estranha metafísica. Uma propriedade comum de todos esses argumentos, agora sem sentido, é que eles derivam de "princípios inteligíveis".

Os princípios inteligíveis de Aristóteles eram afirmativas realmente gerais ou, se você desejar, teorias, que pareciam ser auto-evidentemente verdadeiras ou axiomáticas. Eles são como as verdades óbvias que caracterizam o método metafísico de estudar a natureza. Por exemplo, para Aristóteles, era um princípio inteligível (a) que o universo é perfeito e, em uma escala menos geral (b) que o círculo é a forma geométrica perfeita. Uma consequência desses princípios é que devemos encontrar círculos em toda parte. Aristóteles encontrou isto (Fig. 7B). Ele viu instâncias desses princípios nas caminhos dos planetas, no ciclo de nascimento, vida e morte e, desde que a evolução ou extinção interromperia este ciclo perfeito, na permanência das espécies. Dado esse viés, Aristóteles não olharia para a extinção ou evolução das espécies vivas, e provavelmente teria ignorado todas as observações relevantes para esses processos. Como resultado, ele usou seus princípios para deduzir que as espécies são permanentes.

O argumento para a nutrição placentária parece essencialmente científico ainda hoje, embora a permanência das espécies é quase ridiculamente incompreensível. Eu descrevi essas duas instâncias da ciência de Aristóteles para contrastar os métodos metafísicos e científicos usados por Aristóteles para entender o universo.

Em ambos os casos, Aristóteles foi confrontado por teorias de origem incerta. Algumas, como a teoria de que o embrião sugava carne da mãe, foram presumivelmente crenças de senso-comum da época. Outras, como as teorias de que o universo e o círculo são perfeitos, surgiu de sua mente como princípios inteligíveis. Nós não podemos rejeitar uma teoria por causa de suas origens. Insistimos que a teoria faz previsões, mas que as previsões podem ser deduzidas de ambas as teorias na Fig. 7. Ambos os métodos propiciaram que Aristóteles fizesse outras observações e desenvolvesse outras teorias, como aquelas referentes à nutrição placentária e da permanência das espécies.

A diferença entre os métodos científico e metafísico reside na forma como seus praticantes associam previsão com observação. O cientista Aristóteles olhou para observações que poderiam ser inconsistentes com a previsão. Quando elas eram inconsistentes, ele rejeitava a teoria, falsificando-a, e passava a criar uma teoria melhor. O metafísico Aristóteles olhava para as observações que eram consistentes com a teoria porque ele queria ilustrar a verdade de seus princípios inteligíveis. Dado que os princípios não estavam em teste, ele não via a evidência contrária como falsificação, mas como irrelevante. Visto que os princípios inteligíveis não estavam abertos à mudança, a indução sobre a permanência das espécies não se destinava a ser testada, mas apenas estender todo o conjunto de teorias e observações de forma que tanto "conhecimento" quanto possível fosse coerente com os princípios inteligíveis.

Isso explica por que o trabalho de Aristóteles é significativo e, ao mesmo tempo, sem sentido para nós. Quando guiado pelos princípios inteligíveis, seu trabalho parece maluco, pois reflete a visão de mundo de um homem brilhante que viveu em um tempo e cultura muito diferentes. Sempre que ele estava livre desses princípios, sempre que ele não via nenhuma conexão entre as teorias e os princípios, seu uso de observações torna-se "científico" e valioso.

Dedução e Indução na Era da Razão

Ao longo da Idade Média, as idéias de Aristóteles, suas crenças e observações foram aceitas quase sem questionamento. Em certo sentido, tanto sua ciência observacional quanto sua metafísica eram tratadas como princípios inquestionáveis, de forma que a distinção entre os dois métodos de investigação tornou-se turva. Quando a ciência começou a emergir no século 16, houve uma forte reação contra essa ciência metafísica. Esta reação aconteceu em duas direções diametralmente opostas.

Uma corrente é associada com Francis Bacon (1561-1626), um filósofo e visionário Inglês, que também serviu como Lorde Chanceler de James I. Bacon recomendava que primeiro deveríamos limpar nossa mente de teorias selvagens e princípios inteligíveis, para então cuidadosamente recolher sistematicamente uma massa de observações pertinentes ao assunto

de interesse. A partir deste material, Bacon achava que poderíamos induzir uma teoria geral, ou duas ou três teorias que pudessem explicar as observações. Ele supôs que poderíamos então refutar e eliminar as teorias erradas por observações cuidadosas e experimentos. O método de Bacon é caracterizado pela ausência de princípios inteligíveis e sua ênfase na observação e na indução. Posteriormente, o método baconiano foi associado com a opinião menos defensável de que a indução procede logicamente e corretamente de massas de observações sistemáticas para a verdade, embora isso seja uma perversão do seu ponto de vista mais complexo (Eiseley 1973).

Outra abordagem foi tomada pelo matemático e filósofo francês René Descartes (1596-1650). Descartes ficou impressionado com a certeza da matemática, que avança passo-a-passo de uma conclusão indiscutível para outra. Qualquer afirmação sobre o verdadeiro conhecimento fora da matemática parecia duvidosa. Ele concluiu que é preciso pôr ordem no caos, aplicando o método claro e preciso da dedução matemática para a filosofia e ciência.

A ciência dedutiva só seria possível se as deduções fossem originadas a partir de uma ou mais teorias muito gerais e verdadeiras. Descartes viu que os princípios inteligíveis de Aristóteles e seus seguidores medievais levou apenas à confusão, e assim dedicou-se à busca de axiomas indiscutíveis que poderiam formar a base de uma verdadeira ciência. Através do pensamento rigoroso, chegou a duas proposições que ele considerou incontestáveis: Eu penso, logo existo; e Deus existe. O radicalismo de Descartes se livrou de um monte de verdades espúrias que haviam direcionado a ciência de Aristóteles e seus sucessores. No entanto, Descartes deixou-nos também uma visão unilateral, ainda dependente de princípios inteligíveis e ainda limitada a dedução.

Tanto Descartes quanto Bacon influenciaram fortemente as visões posteriores de ciência. Duas escolas de pensamento desenvolveram-se em torno de seus ensinamentos. Uma nos diz que o conhecimento é obtido por indução e a outra se baseia em dedução. O debate metodológico resultante acabou levando à nova e grandiosa questão de saber se é possível obter o verdadeiro conhecimento de alguma maneira. Esta questão terrível minou um pressuposto básico sobre a qualidade do conhecimento e os objetivos do entendimento. Este foi um ponto de mudança para a ciência e a humanidade.

David Hume e Immanuel Kant procuraram responder essa pergunta novamente. Ao fazê-lo, eles chegaram a respostas muito diferentes. Cada um foi extremamente influente e cada um fundou uma tradição filosófica com base na sua resposta.

David Hume (1711-1776) foi um filósofo e escritor escocês. Interessantemente (e de algum modo tranquilizador) pensou que seu grande tratado filosófico fosse uma falha que "caiu natimorto da gráfica" (Popper e Miller 1983). Antes de Hume, a matemática era considerada uma ciência e assim analogias entre as duas foram utilizadas para apoiar a crença de que a ciência gera o verdadeiro conhecimento. Hume, em vez disto, separou os dois, de tal forma que o argumento para a verdade da ciência se tornou indefensável. Hume mostrou que a indução não nos deu o conhecimento verdadeiro.

Eu só posso aproximar o raciocínio que levou a essa crença. Os filósofos divergem sobre seus argumentos e não tenho razão para supor que eu possa fazer melhor do que os profissionais. Hume começou com a demonstração de que não sabemos nada sobre o mundo externo. Tudo o que temos são impressões sensoriais. Portanto, não sabemos quais eventos no mundo externo regularmente se sucedem. Sabemos apenas que certas impressões sensoriais se sucedem no tempo.

Por exemplo, se uma sequência de dois eventos, P e então Q, acontece no mundo externo, nunca poderemos saber. Tudo que experimentamos, tudo que sabemos, é uma sucessão de impressões sensoriais, p e então q. A partir dessas impressões, podemos inferir a ocorrência da sequência correspondente dos acontecimentos reais, P e então Q. Entretanto, esta inferência é uma suposição ou indução. Porque não é certeza, nunca poderemos saber se os eventos reais existem. Todos nós, por vezes, experimentamos esta incerteza quando ficamos confusos se uma memória ocorreu na realidade ou em um sonho. Se não podemos saber quais são os eventos reais, da mesma forma nunca saberemos se existe uma relação de causalidade entre P e Q. Se não há relação de causalidade, então nós nunca poderemos ter certeza de que Q ou q seguirá após P ou p. Não importa quantos eventos de p e então q observemos, nunca poderemos afirmar que temos a certeza de que o próximo p será seguido por q. Nós temos ainda menos razões para acreditar que P necessariamente será seguido por Q.

Hume concluiu que os únicos sistemas sobre os quais temos conhecimento verdadeiro são artificiais, como a matemática, e que nós nunca poderemos saber quando temos o conhecimento verdadeiro sobre o universo. Nos termos que estou usando, não há base lógica para crer que a indução acabará levando a uma verdadeira teoria sobre a natureza.

O grande filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) liderou a clássica reação contra Hume. Kant alegou que o nosso conhecimento do mundo externo não se limita a vir das percepções sensoriais de Hume. Para Kant, o conhecimento tem duas fontes. Há um conhecimento empírico ou *a posteriori* que vem depois do fato, através dos nossos sentidos, como Hume concorda. Mas há também um conhecimento *a priori* que é fornecido pela nossa consciência, independentemente de toda experiência. Destes dois, o conhecimento *a priori* é de longe a fonte mais importante.

Em sua *Crítica da Razão Pura*, Kant argumentou que as leis mais básicas da natureza podem ser descobertas *a priori*, ou seja, antes do fato. Assim, a descoberta não exige a ciência ou a observação empírica, mas pode ser alcançada apenas pelo raciocínio puro. Na verdade, Kant considerou que se não tivéssemos essas leis *a priori* para a percepção trabalhar em cima, nós não poderíamos ter qualquer experiência do mundo.

Com Hume e Kant, parece haver um cisma claro. Hume argumenta que a única fonte de conhecimento é o empírico, mas que não é confiável, enquanto Kant, Descartes e Aristóteles dizem que a razão é mais confiável e, talvez, a única fonte de conhecimento. Os filósofos não resolveram essa dicotomia, embora os cientistas naturais tendem a seguir Hume. Sua negação da possibilidade da certeza do conhecimento foi, à primeira vista, devastador, inaceitável, e até mesmo incompreensível, embora se os cientistas tivessem seguido Kant, eles teriam tido que abandonar a observação e dificilmente poderiam reivindicar serem cientistas naturais.

O Positivismo Lógico

A direção filosófica que se desenvolveu a partir de Hume atingiu um extremo nos escritos de Ernst Mach e seus colaboradores. Esses filósofos eram conhecidos como o Círculo de Viena e sua filosofia posteriormente se tornou conhecido como positivismo lógico. Sua história e idéias são exploradas por Phillip Frank em sua *Modern Science and its Philosophy* (1949) e sua *The Philosophy of Science* (1957), obra que usei para escrever esta seção. Em um dado momento, eu fiquei profundamente influenciado por seus escritos. Eu já não acredito que eles representam um ponto final para o desenvolvimento filosófico, porque sua filosofia é tão extrema a ponto de ser totalmente inaceitável para muitos cientistas. No entanto, algumas de suas conclusões do positivismo lógico ainda abordam questões contemporâneas em biologia e assim servem para mostrar como o pensamento sobre a ciência pode ajudar os cientistas a fazerem seu trabalho. Tão importante quanto, a extremidade do positivismo lógico nos prepara para aceitar a posição mais recente e útil de Sir Karl Popper.

Hume via as observações apenas como impressões sensoriais e declarou que as teorias sugeridas por estas observações não precisam ter qualquer relação com as leis da natureza. O positivismo lógico sugeriu que a situação poderia ser muito pior: Talvez não exista simplesmente nenhuma lei natural, pois como poderíamos saber se existem? As regularidades que percebemos, e as teorias explicativas que construímos ao redor delas, podem ser nada mais do que um produto das mentes dos cientistas. Talvez a mente humana exija a existência de leis, e os cientistas trabalham de forma a satisfazer essa necessidade. Se assim for, as leis da natureza podem não ser mais do que uma definição de como a mente dos cientistas trabalha.

Sobre a causalidade. Como exemplo deste argumento, vou desenvolver o ataque de Phillip Frank sobre a causalidade. Muitos cientistas interpretam a causalidade como o cimento do universo; eles dão suporte à idéia de que as relações de causa entre os eventos sejam a base para o padrão significativo no universo e alegam que a descrição destas relações é o objetivo da ciência e a base da teoria. Frank ataca este pressuposto fundamental porque, se ele pode derrubar isso, o resto da nossa auto-confiança sobre a ciência e a realidade também devem desabar.

Frank tentou mostrar que a lei da causalidade só existe porque os cientistas atuam de modo a preservá-la. Em palavras do dia-a-dia, podemos expressar esta lei como "cada evento ou efeito tem uma causa específica". Frank afirma a lei com mais rigor: "Se um Estado A do universo é certa vez seguido por um Estado B, então sempre que A ocorre novamente ele será seguido por B". Esta forma pura da lei não encontra aplicação na ciência, pois nunca poderemos saber o estado de todo o universo. Mas se nós não sabemos o estado de todo o universo, nunca podemos ter certeza de que algum fator adicional não vai modificar o Estado A de forma que um Estado C aconteça em seguida. Frank acha que o que fazemos é reformular a lei como uma aproximação mais útil: "Se em uma região finita do espaço o Estado A é certa vez seguido pelo Estado B e em outro momento pelo Estado C, podemos fazer com que o Estado B seja tão semelhante quanto queremos ao Estado C, aumentando o tamanho da região do espaço que consideramos". Esta reformulação é mais significativa se traduzirmos para a linguagem cotidiana do experimento: "Se o Estado A, uma vez parece ser seguido pelo Estado B e outra vez pelo Estado C, então nossos resultados foram estragados por uma variável desconhecida e não controlada". Parafraseando Frank mais um pouco, quando aplicamos a lei da causalidade a um sistema biológico finito, o número de variáveis que controlamos e o número de organismos que amostramos é determinada pela quantidade de concordância que demandamos de nossas replicatas, que é determinado pelo quão similar queremos que B e C sejam.

Uma vez que ele tenha mostrado que a lei da causalidade é rigorosamente válida apenas para um sistema infinito, Frank prossegue para um segundo argumento. Mesmo se supusermos que a lei seja válida para sistemas pequenos, finitos, ainda há razão para duvidar que ela é realmente uma lei natural. A ciência começa com dados e estes dados são impressões sensoriais. Nossas afirmações e generalizações devem sempre referir-se a algo que sentimos. Temos de ser capazes de vê-las, tocá-las, cheirá-las ou algo assim. Nossas leis e teorias, portanto, devem ser traduzidas, ou pelo menos serem traduzíveis, em termos que tenham significado em relação ao que observamos. Seja qual for a versão da lei da causalidade que nós escolhemos, a lei se refere ao estado do sistema. Frank define este estado em termos sensoriais como a soma de todas as propriedades perceptíveis do sistema. No entanto, quando vemos que algumas observações aparentemente violam a lei, nós inventamos sem perceber, mesmo imaginariamente, propriedades do sistema para explicar a contradição.

Frank nos dá um exemplo. Imagine dois pares de barras de ferro idênticas em uma mesa. Ambos os pares estão no Estado A. Um par simplesmente senta-se ali, este é o Estado B. O outro par move ao encontro de cada um - Estado C. Para satisfazer a lei da causalidade, podemos dizer que o último par de barras tinha uma propriedade imperceptível chamada magnetismo. Assim, podemos concluir que os estados iniciais eram apenas aparentemente o mesmo e, em fazê-lo, preservamos a lei da causalidade. Se agirmos desta forma, a lei da causalidade irá sempre ser obedecida pois sempre que um sistema não obedecer à lei, inventaremos tantas propriedades fictícias quanto necessárias para preservar a lei.

Frank conclui que a lei da causalidade não mais se parece com uma lei. É simplesmente uma definição. Ele define a forma como iremos interpretar qualquer situação em que A não é inevitavelmente seguido por B. Se tratarmos causalidade como uma lei, nós simplesmente introduziremos um princípio inteligível moderno na ciência.

Sobre novas idéias. As idéias de Frank sobre causalidade parecem radicais. Afinal, nós utilizamos o conceito de magnetismo desde que éramos crianças, enquanto a discussão dos Estados A, B e C e causalidade é desconhecida e altamente filosófica. Muitos biólogos poderiam ser tentados a descartar o positivismo lógico como intelectualismo vazio. Se isto é assim, um exame da visão de Frank sobre como nos convencemos da verdade dos princípios inteligíveis e teorias gerais é apropriado.

Sua tese é de que uma teoria, quando introduzida pela primeira vez, é incompreensível. Nós não a entendemos e não a usamos inconscientemente como uma premissa em nosso raciocínio. Portanto, quando uma teoria é nova, nós a tratamos como uma teoria deve ser tratada, como uma construção que pode ser "cientificamente válida, mas filosoficamente falsa". É cientificamente válida na medida em que faz mais e melhores previsões do que as teorias competidoras, e é filosoficamente falsa porque não acreditamos que ela represente uma verdade eterna e auto-evidente. Conforme nos tornamos mais acostumados com a teoria, começamos a ter mais fé nela. Finalmente, chegamos a ter a generalidade como verdade.

Frank ilustra seu ponto de vista analisando como as atitudes de pensadores em relação às leis de Newton mudaram com o tempo. Pouco tempo depois de Newton ter publicado sua teoria da gravitação, o clérigo e filósofo irlandês George Berkeley (1685-1753) se opôs a ela. Ele achava que os cientistas tiveram um monte de problemas para aplicar, usar e testar suas teorias, mas não tentaram o suficiente para compreendê-las. Como uma teoria pode ser válida se não a entendemos? Berkeley viu que as leis de Newton faziam boas previsões, mas achava-as incompreensíveis. Elas eram cientificamente válidas, mas filosoficamente falsas.

O filósofo e cientista alemão Gottfried von Leibniz (1646-1716) também se opôs à teoria de Newton. Ele questionou como um corpo em movimento poderia manter sua direção e velocidade em relação ao espaço vazio, e como os corpos poderiam exercer uma força sobre um outro através do espaço vazio. Para Leibniz, a experiência e a física aristotélica nos diziam que estes elementos da teoria de Newton estavam em conflito com a nossa percepção da realidade. Para Berkeley e Leibniz, a teoria de Newton era filosoficamente falsa porque ela ofendeu tanto a razão quanto o senso comum. No entanto, ela era cientificamente válida. Consequentemente, ela foi usada por cientistas e tecnólogos durante gerações. E ainda é.

Com o passar do tempo, a teoria de Newton foi sendo construída nos pensamentos dos filósofos, cientistas e pessoas comuns com acesso à educação. Ela foi assimilada e no final do século 18 tornou-se filosoficamente verdadeira. Por exemplo, Immanuel Kant argumentou ter mostrado que a lei da inércia poderia ser derivada da razão pura e acreditava que, a menos que aceitemos a lei da inércia como verdade, nós nunca entenderíamos a natureza.

Após algumas gerações, as leis de Newton passaram de filosoficamente falsas para filosoficamente verdadeiras. Elas acabaram se tornando uma necessidade do pensamento. Esta interiorização foi tão completa que quando Einstein mostrou que as leis de Newton eram cientificamente incompletas, e até mesmo falsas, isto acabou gerando um golpe contundente ao conceito de verdade científica.

Sir Karl Popper

O positivismo lógico nos deixa com a conclusão de que a ciência não é o mundo real. Ela é uma descrição do modo como as mentes dos cientistas organizam sequências de impressões sensoriais. Como uma filosofia de vida e trabalho, eu não acho isso muito atraente. Ela remove muitos equívocos, mas oferece pouco para que se possa usar na melhoria de sua ciência. No entanto, é um poderoso instrumento para nos libertar dos nossos próprios princípios inteligíveis e preparar-nos a aceitar uma filosofia diferente. O positivismo lógico nos ajuda a escapar da visão que a ciência descobre toda a verdade sobre a natureza. Ao fazer isso, ele preparou o caminho para a idéias de Sir Karl Popper.

Popper nasceu em 1902 e foi treinado como um físico. Em Viena, ele conheceu os membros do Círculo de Viena e suas idéias. Seu trabalho mais influente foi *Lógica da Pesquisa Científica*, publicado pela primeira vez em alemão em 1930 e posteriormente em forma expandida em inglês em 1959. Mudou-se para a Inglaterra para escapar do nazismo, passando então a publicar vários livros e artigos em inglês. Bons sumários do seu vasto conjunto de obras estão

disponíveis nas revisões de Magee (1973) e Pera (1980), e em uma antologia de seus escritos editados por Miller (1985).

A contribuição de Popper foi dar aos cientistas um esquema simples e elegante para reconhecer e avaliar a ciência. Ele aceitou muito do positivismo lógico, incluindo a conclusão de que uma teoria nunca pode ser demonstrada ser verdadeira. O conhecimento, portanto, não pode ser uma compreensão verdadeira das leis naturais; ele é somente a capacidade de olhar para o desconhecido e prever como serão eventos ainda não observados. Essas previsões são alcançados por construções que chamamos de teorias. Visto que a ciência é a atividade que gera essas teorias, a ciência é a única fonte de tal conhecimento. Mais importante ainda, as únicas teorias boas são aquelas que possuem o potencial de estarem erradas. Se nenhuma observação concebível pode mostrar que a teoria está errada, então a teoria deve prever todas as possibilidades e, portanto, não nos dizer nada. Em outras palavras, para se qualificar como uma teoria científica, uma afirmativa ou um conjunto de afirmativas devem ser potencialmente refutáveis. Por exemplo, a afirmação de que os bebês humanos pesarão menos de 15 kg pode estar errada e, portanto, é uma teoria. A afirmação de que os bebês humanos pesarão alguma coisa não é.

Para Popper, os cientistas iniciam criando uma teoria. É irrelevante se essa teoria surgiu a partir de: princípio, observação, revelação, intuição, indução, ou simplesmente um palpite de sorte. O importante é saber se a teoria identifica qualquer observação potencial futura ou fatos que sejam considerados incompatíveis com a teoria, pois a teoria faz uma previsão dizendo-nos quais fatos não serão observados. Podemos, então, testar a teoria comparando as observações futuras com esses fatos. Se observações não previstas são feitas, a teoria é tida como falsificada. Se os fatos estão de acordo com as previsões, temos uma justificativa para usá-la novamente.

A obra de Popper nos deu uma descrição clara e prática de teorias e fatos. Os primeiros são os dispositivos que usamos para fazer previsões e os últimos são as situações que as teorias preveem. Esta grande clarificação deverá permitir-nos comunicar melhor com os cientistas e não cientistas, e fazer uma ciência melhor. Visto ser um esquema que lida apenas com a relação entre teoria e observação, e não com os princípios inteligíveis ou axiomas filosóficos, podemos utilizá-la independentemente de futuras mudanças filosóficas. Na verdade, grande parte do debate filosófico subsequentemente que focou o trabalho de Popper parece irrelevante para mim como um cientista praticante. Popper nos libertou da moda filosófica que tanto fez Aristóteles e outros filósofos incompreensíveis.

Para mim, o trabalho de Popper foi uma revelação. Eu estava incomodado pelo argumento de Hume que a indução era falível e a verificação impossível, e não podia ver escapatória da resposta do positivismo lógico, de que a ciência era simplesmente a criação de nossas mentes para descrever seu próprio funcionamento. Eu não estava satisfeito com a ciência ou filosofia.

Popper aceita a realidade das dificuldades filosóficas que eu não podia escapar, mas viu também que essas coisas não importam. A ciência funciona apesar disto. O que a faz funcionar é o seu método e de suma importância para o método é a falsificação. Como um cientista praticante eu não preciso mais me preocupar em estar errado, porque não é pertinente perguntar se a minha teoria é uma representação verdadeira do mundo externo. Eu já não preciso perguntar se esta teoria é mais verdadeira do que aquela teoria. Basta perguntar:

- (1) Ela prevê alguma coisa?
- (2) Ela prevê mais do que suas rivais?
- (3) Posso mostrar que a teoria está errada?

Ainda, eu posso fazer minha ciência sabendo que tenho aproveitado uma longa tradição científica e que eu baseio meus pensamentos numa filosofia atual cujas características

fundamentais não estão sujeitas a mudança. A contemplação da natureza da ciência me fez um cientista melhor e mais feliz.

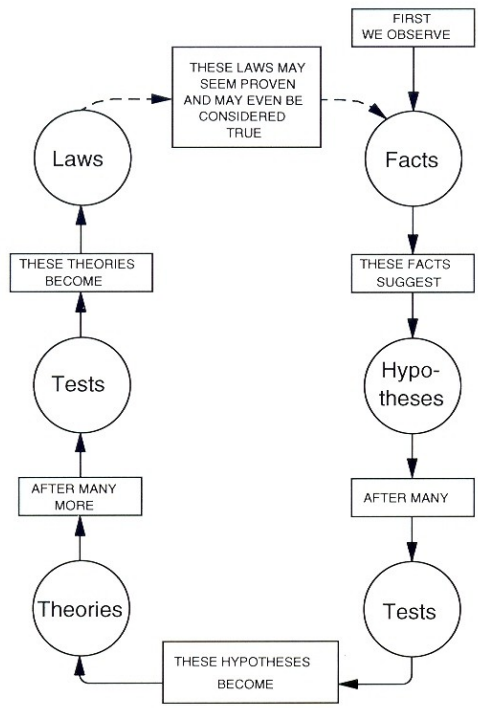


Figura 3. Uma versão errada do método científico, em que se desenvolve teorias verdadeiras e confunde fato com teoria

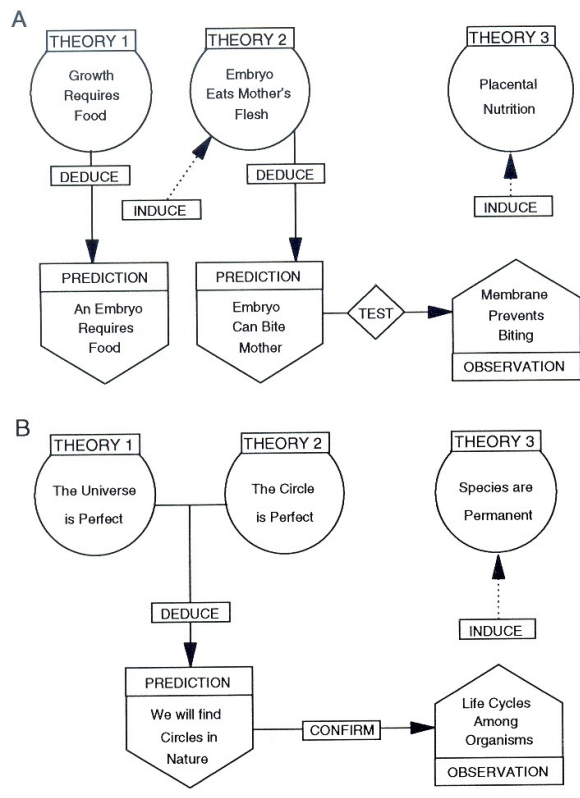


Fig. 7. (A) O uso de Aristóteles do método científico no desenvolvimento da teoria na nutrição placentar. (B) O uso de Aristóteles do método metafísico para chegar à teoria da permanência das espécies